سلسلة التحكم العملية - ١

دوائر التحكم فى الآلات الكهربية والأنظمة الأتوماتيكية



إعداد

المهندس / أحمد عبد المتعال

المدرس بالكلية التقنية بالدمام

دوائر التحكم فى الآلات الكهربية

والأنظمة الأتوماتيكية

بسم الله الرحمن الرحيم

سلسلة التحكم العملية

(١)

دوائر التحكم فى الآلات الكهربية والأنظمة الأتوماتيكية

إعـــداد

المهندس / أحمد عبد المتعال

المدرس بالكلية التقنية بالدمام

الكتاب : دوائر التحكم فى الآلات الكهربية والأنظمة الأتوماتيكية

المؤلف : م. أحمد عبد المتعال

رقم الطبعة : الثانية

تاريخ الإصدار : رمضان ١٤١٩ هـ - يناير ١٩٩٩م

الناشر : دار النشر للجامعات

رقم الإيداع : ٤١١٨/ ١٩٩٤

الترقيم الدولى : I.S.B.N. 977 - 5526 - 07 - 8

دار النشر للجامعات - مصر

ص . ب ١٣٠ - ١١٥١٨ القاهرة ت: ٣٩٣٢٣٩٤

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت عليَّ وعلى والدى وأن أعمل صالحاً ترضاه وأصلح لى فى ذريتى إنى تبت إليك وإنى من المسلمين﴾

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر إلى **الدكتور / إبراهيم أبو الفتوح** - دكتور الآلات الكهربية بكلية الهندسة جامعة المنيا وكذلك أتقدم بخالص الشكر إلى **المهندس ممدوح مصطفى عطية** مهندس التحكم بكهرباء مصر لتعاونه الصادق، وأيضاً أتقدم بالشكر الجزيل لكل من ساهم معنا لكى يظهر هذا الكتاب بهذه الصورة المشرفة.

م/ أحمد عبد المتعال

مقدمة سلسلة التحكم العملية

لقد تسابقت الدول المتقدمة فى العالم بعد الحرب العالمية الثانية فى تطوير أنظمة التحكم المعمول بها فى الصناعة آنذاك، فبدأت أنظمة التحكم اليدوية فى الاختفاء وتطورت أنظمة التحكم الأتوماتيكية لما لها من مميزات كثيرة، ولقد ظهر العديد من أنظمة التحكم الأتوماتيكية وتطور البعض الآخر منذ ذلك الحين. وفيما يلى عرض لأهم أنظمة التحكم الأتوماتيكية المعمول بها فى الصناعة:

١ – التحكم بالملامسات (التحكم الكهرومغناطيسى).

٢ – التحكم النيوماتيكى والكهرونيوماتيكى.

٣ – التحكم الهيدروليكى والكهروهيدروليكى.

٤ – التحكم الالكترونى.

٥ – التحكم بالميكروبروسيسور.

٦ – التحكم بأجهزة التحكم المبرمج PLC'S.

ولقد كان يراودنى خاطر – منذ أن عملت بالصناعة ولمست حاجة جميع العاملين من مهندسين وفنيين إلى مرجع سريع يلم بمتطلباتهم التقنية – أن أكتب كتاباً يفى بهذه المتطلبات، ولكننى آثرت التريث لحين اكتساب الخبرة فى شتى أنواع التحكم، وازداد هذا الخاطر بعد أن عملت فى مجال التدريس العملى ولمست حاجة الطلاب التقنيين لهذه النوعية من الكتب، فتحول الخاطر إلى عزيمة وتوكلت على الله وشرعت فى عمل سلسلة التحكم العملية والتى تتناول مختلف أنواع التحكم المعمول بها بأسلوب متدرج سهل يراعى القارئ المبتدئ، ويلبى رغبة القارئ الفنى، ويشبع القارئ المحترف، وأتمنى من الله أن أوفق لخدمة القارئ العربى وأن أساهم فى إثراء المكتبة العربية.

م. أحمد عبد المتعال

مقدمة الكتاب

يعد التحكم فى الآلات الكهربية عصب أى صناعة، فما قامت الصناعات وتقدمت وازدهرت إلا بتقدم وسائل التحكم فى الآلات الكهربية.

ولهذا السبب اخترت أن أبدأ سلسلة التحكم العملية بهذا الكتاب.

ولقد تعرضت فى هذا الكتاب للتحكم فى الآلات الكهربية بطريقة متدرجة بدأت باستعراض الآلات الكهربية بطريقة مبسطة، ثم أجهزة التحكم المختلفة ثم استعراض أهم الرموز الدولية والعالمية المستخدمة فى مجال الصناعة، ثم تدرجت فى دوائر التحكم مع عرض عدة أنماط للدائرة الواحدة حتى يستطيع القارئ أن يتفهم أى لوحة تحكم، وبعد ذلك تعرضت لدوائر التحكم لبعض الأنظمة المعروفة كالأوناش الكهربية والمصاعد وبعض العمليات الصناعية، ثم أعقبت ذلك بفصل عن كيفية اختيار مكونات لوحة التحكم باستخدام كتالوجات شركة تليميكنيك الفرنسية وكذلك كيفية تركيبها، ثم أنهيت الكتاب بفصل يعتبر من أهم الفصول للفنى المحترف وهو عن كيفية فحص دوائر التحكم واكتشاف الأعطال، وأعتقد أن هذا الكتاب بهذا الشكل سيكون مرشداً للقارئ الفنى المبتدئ، ومشوقاً للقارئ العادى ومعيناً جيداً للفنى المحترف.

وأخيراً أسأل الله أن يحوز هذا العمل رضاء كل من يقرأه....

الباب الأول

المكونات الأساسية لنظام التحكم الأتوماتيكى

المكونات الأساسية لنظام التحكم الأتوماتيكى

١ / ١- مقدمة :

لقد زادت رغبة المستثمرين والقطاعات المختلفة لتحويل أسلوب التشغيل فى مصانعهم من النظام اليدوى الذى كان قائماً فى السابق إلى النظام الأتوماتيكى، لما له من مميزات كثيرة نذكر منها ما يلى :

١ - تحسين جودة الإنتاج وكفاءته .

٢ - تقليل عدد العمالة المستخدمة .

٣ - زيادة درجة الأمان للعاملين .

٤ - التحكم فى الإنتاج بسهولة ويسر للوصول للوضع المثالى للمنتج .

ولكى نتمكن من دراسة أنظمة التحكم الأتوماتيكى، سواء كانت تقليدية أو حديثة، يجب أولاً أن نتعرف على مكونات أى نظام تحكم وهى :

١ - **عناصر التشغيل** : وهى العناصر المسئولة عن تشغيل النظام مثل : المحركات الكهربية والاسطوانات (الهوائية والهيدروليكية) والمحركات (الهوائية والهيدروليكية) والسخانات الكهربية . . . . إلخ، وسوف نتناول فى هذا الكتاب المحركات الكهربية فقط .

٢ - **أجهزة التحكم وتنقسم إلى** :

أ - أجهزة نقل البيانات . ب - أجهزة معالجة البيانات .

جـ - أجهزة التحكم فى القدرة . د - أجهزة مخاطبة الإنسان للآلة .

١ / ٢ - المحركات الكهربية :

وتنقسم المحركات الكهربية حسب تيار التشغيل إلى :

أ - **محركات التيار المستمر** : والتى تنقسم بدورها حسب طريقة توصيلها إلى :

محرك التوازى – محرك التوالى – المحرك المركب – المحرك ذو التغذية المنفصلة.

ب – محركات التيار المتغـ[illegible] حيث نظرية عملها إلى عدة أنواع نذكر منها ما يلى:

١ – المحركات الاستنتاجية، والتى تنقسم هى الأخرى إلى الأنواع الآتية.

– المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابى.

– المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات العضو الدوار الملفوف.

– المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه ذات القفص السنجابى.

٢ – المحركات التزامنية ثلاثية الأوجه أو أحادية الوجه.

٣ – المحركات العامة والتى تعمل بالتيار المستمر أو التيار المتردد.

١ / ٢ / ١ – رموز أطراف التوصيل للمحركات:

الجدول (١ – ١) يبين رموز أطراف التوصيل على روزتة محركات التيار المستمر والتيار المتردد.

الجدول (١ – ١)

الوصف	الأطراف	الوصف	الأطراف
محركات التيار المستمر:		**المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه:**	
أطراف عضو الاستنتاج	A1 - A2	* أطراف العضو الثابت لمحرك نجما دلتا	(U1, V1, W1) - (U2, V2, W2)
أطراف ملف التوازى	E1 - E2	* أطراف العضو الثابت لمحرك بسرعتين	(1U, 1V, 1W) - (2U, 2V, 2W)
أطراف ملف التوالى	D1 - D2	* أطراف العضو الدوار	(K, L, M)
أطراف ملف التغذية الخارجية	F1 - F2	**المحركات التزامنية**	
المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه:		* أطراف العضو الثابت لمحرك نجما دلتا	(U1, V1, W1) - (U2, V2, W2)
أطراف الملف الرئيسى	U1 - U2	* أطراف العضو الثابت لمحرك بسرعتين	(1U, 1V, 1W) - (2U, 2V, 2W)
أطراف الملف الثانوى	Z1 - Z2	* أطراف العضو الدوار	F1 - F2

١ / ٢ / ٢ - لوحة البيانات للمحركات :

فى الشكل (١ - ١) صورة للوحة بيانات فارغة وأخرى للوحة بيانات محرك كمثال .

WEIER		
TYPE DVX 160/2MK		
3 ~ MOT		NO. 7163
Δ 440V		23 A
13.5 KW	S_1	COS Φ 0.9
3500 rpm	60 HZ	
Ins. class F	IP 55	0.08 t

لوحة بيانات محرك

1		
2		
3	4	5
6	7	8
9/10	11	12
13	14	
15		16
17	18	19
20		

لوحة بيانات فارغة

الشكل (١ - ١)

الجدول (١ - ٢) يبين محتويات كل خانة من خانات لوحة البيانات مع ذكر مثال للتوضيح .

الجدول (١ - ٢)

الخانـــة	محتويـاتهـــــــا	مثـــــــال
1	الشركة المصنعة	Weier
2	الموديل	Type DVX 160/2MK
3	نوع تيار التشغيل	3 ~
4	نوع الماكينة مولد أو محرك	Mot
5	رقم تسلسلى للإنتاج داخل المصنع	7163
6	طريقة توصيل الملفات	Δ
7	جهد التشغيل	440V
8	تيار التشغيل	23A
9	قدرة الماكينة (KW)	135KW
10	القدرة الظاهرية (KWA)	--
11	نوع التشغيل تبعاً للنظام الألمانى	S_1
12	معامل القدرة	Cos ϕ 0.9
31	سرعة الآلة الاسمية	3500 r. p. m.
14	التردد	60H Z
15	جهد المجال أو جهد العضو الدوار	--
16	تيار المجال أو تيار العضو الدوار	--
17	درجة العزل	F
18	درجة الحماية	IP55
19	الوزن بالطن	0.08t
20	ملاحظات إضافية	--

١ / ٢ / ٣ - درجات العزل للمحركات :

الجدول (١ - ٣) يبين أقصى درجة حرارة تتحملها درجات العزل المختلفة للمحركات .

الجدول (١ - ٣)

درجة العزل	Y	A	E	B	F	H	C
أقصى درجة حرارة لها بالدرجة المئوية (C^0)	90	100	120	130	150	180	>180

فإذا كانت درجة عزل المحرك F فإن أقصى درجة حرارة يتحملها هذا العزل بدون أن ينهار هى 150 درجة مئوية .

١ / ٢ / ٤ - درجات الحماية للمحركات (..IP) :

يعطى رمز الحماية لأى جهاز كهربى فكرة عن مدى إمكانية الجهاز لمنع :

١ - تسرب الأجسام الصلبة .

٢ - تسرب الماء .

ويأخذ رمز الحماية الصورة الآتية IPX. Y :

حيث إن :

(X) هى الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب المواد الصلبة داخل الجهاز .

(Y) هى الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب الماء داخل الجهاز .

الجدول (١ - ٤) يوضح القيم المختلفة لكل من Y, X ومدلولاتهما .

مثال : إذا كان درجة حماية المحرك IP55 فهذا يعنى أن المحرك مصمم للوقاية من دخول الأتربة الضارة وكذلك ضد تسرب الماء المندفع من نافورة فى جميع الاتجاهات .

الجدول (١- ٤)

الرقم المميز X		الرقم المميز Y	
وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة		وقاية ضد تسرب الماء	
0	**بدون وقاية**	**0**	**بدون وقاية**
1	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 50 ملى ميتر	1	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة عمودياً داخل الجهاز
2	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 12 ملى ميتر	2	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية °15 بالنسبة للاتجاه الرأسى
3	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 2.5 ملى	3	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية °60 بالنسبة للاتجاه الرأسى
4	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 1 ملى ميتر	4	وقاية ضد دخول رزاز الماء من جميع الاتجاهات
5	وقاية ضد تسرب الأتربة الضارة	5	وقاية ضد دخول رزاز الماء بشكل نافورة من جميع الاتجاهات
6	وقاية كاملة ضد تسرب الأتربة	6	وقاية ضد الغمر داخل الماء لمدة صغيرة
--	----------	7	وقاية كاملة ضد الغمر داخل الماء
--	-----------	8	وقاية كاملة ضد الغمر لأى فترة زمنية تحت ارتفاع معين من سطح الماء

١ / ٣ - أجهزة نقل البيانات Data acquisition devices :

وهذه الأجهزة بمثابة الحواس الخمسة لنظام التحكم حيث تقوم بإعطاء معلومات عن ظروف تشغيل الماكينة أو العملية الصناعية مثل : إعطاء معلومات عن درجة الحرارة والضغط ومنسوب السوائل فى الخزانات . . . إلخ، وسوف نتناول الأنواع المختلفة لهذه الأجهزة فى الفقرات التالية .

١ / ٣ / ١ - مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية Limit switches :

وتستخدم هذه المفاتيح إما فى التحكم فى الأجسام المتحركة أو التحكم فى الحركة المكررة، ويعمل مفتاح نهاية المشوار الميكانيكى نتيجة ضغط عنصر الفعل له فتتحول ريش تلامسه المفتوحة إلى مغلقة والريش المغلقة إلى مفتوحة . وتوجد عدة أشكال لرأس عنصر الفعل لها مثل : خابور من الصلب، أو خابور وعجلة من الصلب، أو عجلة من البلاستيك أو الصلب لها حرية الحركة فى اتجاه واحد أو فى اتجاهين . . . إلخ . ويتم تثبيت كامات فى الأجسام المتحركة حتى تتمكن من الضغط على عنصر الفعل للمفتاح . والشكل (١ - ٢) يعرض أشكالاً مختلفة لنهايات المشوار الميكانيكية لها رءوس عناصر فعل مختلفة .



هـ د جـ ب أ

الشكل (١ - ٢)

حيث إن :

الشكل أ لمفتاح بذراع تدفع باليد فى أى اتجاه .

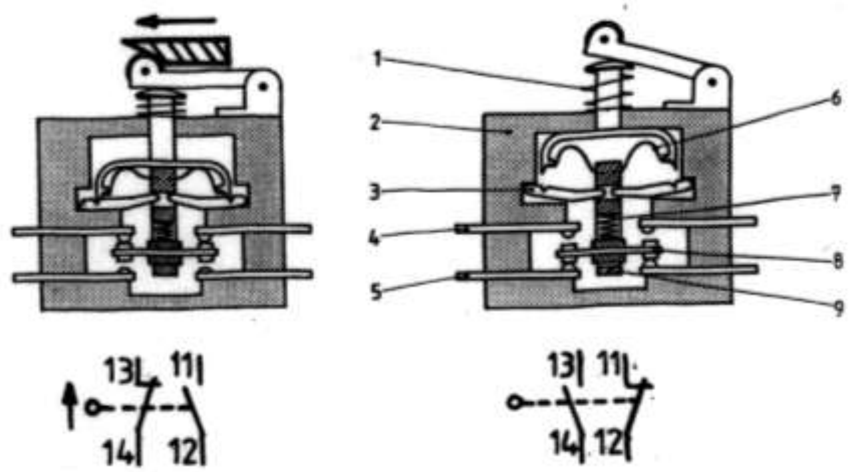
الشكل ب لمفتاح بعجلة يمكن رفعها وخفضها تدفع بكامة تتحرك يميناً أو يساراً .

الشكل جـ لمفتاح بعجلة تدفع بكامة تتحرك يميناً أو يساراً .

الشكل د لمفتاح بعجلة تدفع بكامة تتحرك إلى أعلى.
الشكل هـ لمفتاح بعجلة يدفع بكامة تتحرك يميناً.

وعادة فإن عنصر الفعل للمفتاح يقوم بدفع ريش تلامس المفتاح والتى تكون فى الغالب عبارة عن ريشتين إحداهما مفتوحة طبيعياً NO، والأخرى مغلقة طبيعياً NC، وفى بعض الأحيان تكون ريشة قلاب لها ثلاثة أطراف، طرف مفتوح وطرف مغلق، ويرمز لها CO.

والشكل (١ – ٣) يبين قطاعين لمفتاح نهاية مشوار بخابور وعجلة لها حرية الحركة فى اتجاه اليسار، أحدهما فى الوضع الطبيعى للمفتاح، والآخر فى وضع التشغيل تحت تأثير ضغط كامة على عجلة المفتاح.



وضع التشغيل   الوضع الطبيعى

الشكل (١ – ٣)

مكونات مفتاح نهاية المشوار:

١ – عنصر الفعل (خابور يدفع بعجلة صلب).

٢ – جسم المفتاح.

٣ – ذراع دفع حامل الريشة المتحركة.

٤ – ريشة مفتوحة.
٥ – ريشة مغلقة.
٦ – كامة توجيه أذرع الدفع.
٧ – ياى إرجاع.
٨ – ريشة متحركة.
٩ – حامل الريشة المتحركة.

ملاحظة:

عند وضع سهم يشير إلى أعلى بجوار نهاية مشوار فإن هذا يعنى أن المفتاح تحت تأثير قوة ضغط خارجية، وتستخدم مفاتيح نهايات المشوار الميكانيكية فى آلات الطباعة وآلات الورش والأوناش والأبواب الكهربية وماكينات التعبئة والمصاعد الكهربية وسيور النقل... إلخ.

١ / ٣ / ٢ – مفاتيح الضغط والخلخلة Pressure and vacuum switches

صممت هذه المفاتيح لتنظيم ومراقبة الضغط والخلخلة فى دوائر الموائع (السوائل – الغازات). وتحتوى هذه المفاتيح إما على ريش تحكم كالمستخدمة فى مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية، أو تحتوى على ريش تلامس رئيسية لفصل ووصل المحركات مباشرة.

ويوجد نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة ضبطهما:

النوع الأول: يضبط عند القيمة العظمى للضغط، فمثلاً لو ضبط المفتاح على 7 ضغط جوى فإننا نلاحظ أنه عندما يصل ضغط المائع لهذه القيمة فإنه يتغير وضع ريش التحكم للمفتاح أى تصبح الريش المفتوحة طبيعياً مغلقة والعكس صحيح. ولكن عندما يقل الضغط وصولاً إلى 3 ضغط جوى تعود ريش المفتاح لوضعها الطبيعى، ويقال فى هذه الحالة: إن فرق الضغط لهذا المفتاح هو 4 ضغط جوى وهو ثابت فى هذا النوع وتختلف قيمته من مفتاح لآخر حسب التصميم.

النوع الثانى: يتم ضبط كلا من القيمة العظمى للضغط والضغط الفرقى المطلوب، ويكون مزوداً بماكنين للمعايرة، فمثلاً: لو ضبط مفتاح من هذا النوع عند8 ضغط جوى كضغط أكبر و 3 ضغط جوى كضغط فرقى، ففى هذه الحالة فإن المفتاح يعكس وضع ريشة عند 8 ضغط جوى، وتعود الريش لوضعها الطبيعى عند 5 ضغط

جوى، وتستخدم هذه المفاتيح فى التحكم فى الضواغط الهوائية والمضخات الهيدروليكية ومضخات الماء والسوائل الأخرى، وكذلك للتحكم فى مستوى السوائل ومراقبة انسياب الموائع داخل الأنابيب، ويوجد ثلاثة أنواع من هذه المفاتيح تبعاً لنوع ريش تلامسها وهى كالآتى:

مفتاح ضغط بثلاثة أقطاب 3Pole.

مفتاح ضغط بريشتين (NO+NC)l.

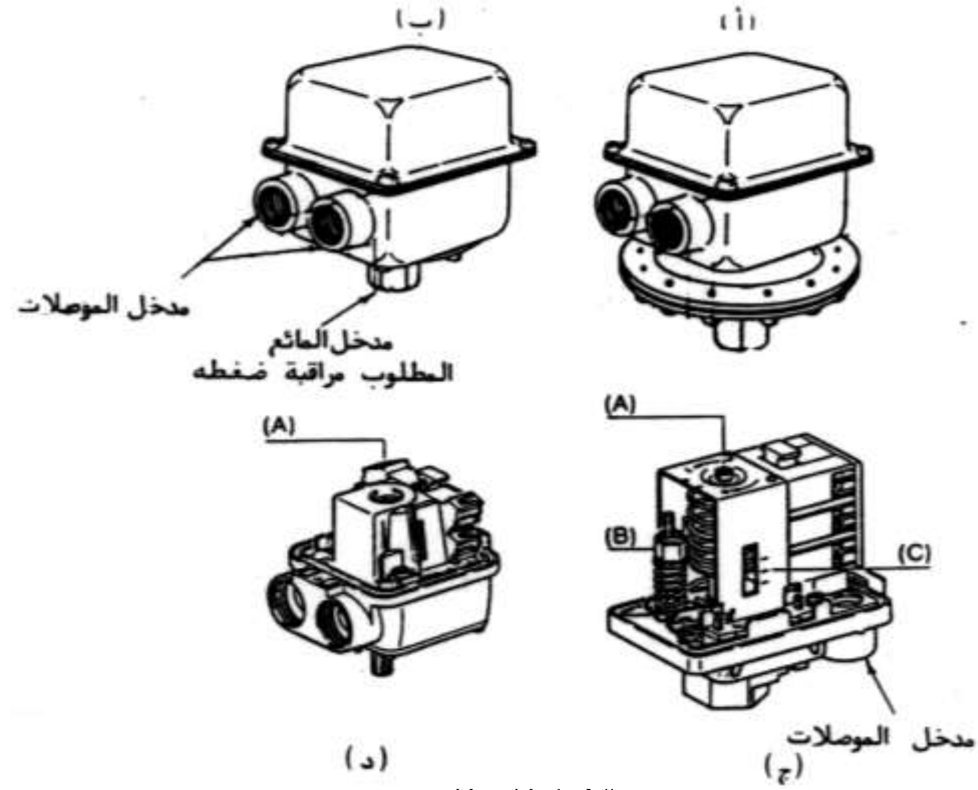
مفتاح ضغط بريشة قلاب CO.

ويوجد نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة عملهما:

الأول: يعمل نتيجة لدفع المائع لغشاء مطاطى.

الثانى: يعمل نتيجة لدفع المائع لمكبس.

والشكل (١ – ٤) يعرض أربعة أشكال مختلفة لهذه المفاتيح.



الشكل (١ – ٤)

فالشكل (أ) يعرض صورة لمفتاح ضغط بغشاء مطاطى مزود بريشة قلاب وله مكانان للمعايرة .

والشكل (ب) يعرض صورة لمفتاح ضغط بمكبس وله ثلاثة أقطاب وله مكان واحد للمعايرة .

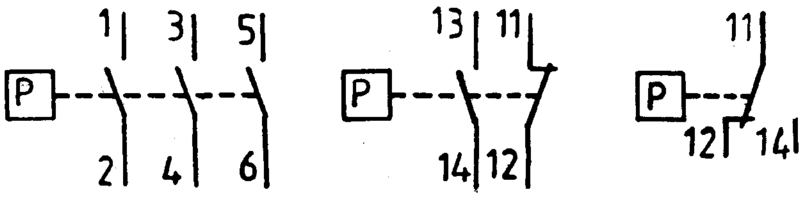
والشكل (جـ) يعرض صورة لمفتاح ضغط بغشاء مطاطى مكشوف عنه غطاؤه ومزود بريشة مفتوحة وأخرى مغلقة ، ويحتوى على المسمار A لمعايرة ضغط القطع (الضغط الأكبر) ، والصامولة B لمعايرة الضغط الفرقى ، أما التدريج C لمعرفة قيمة ضغط القطع .

والشكل (د) هو مفتاح ضغط يشبه الموضح فى الشكل (ب) ولكن مكشوف غطاؤه .

حيث إن :

المسمار A لمعايرة الضغط الأكبر .

وفيما يلى الرموز الكهربية للأنواع المختلفة لمفاتيح الضغط .

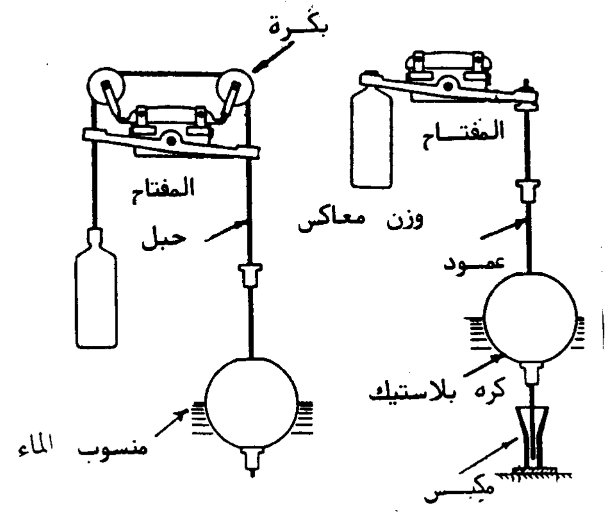


ريشة قلاب Co   ريشتان No + Nc   ثلاثة أقطاب 3P

١ / ٣ / ٣ - مفاتيح العوامات Float switches

وهى تستخدم للتحكم فى تشغيل وإيقاف المضخات الكهربية تبعاً لمستوى السوائل فى الخزانات ، والذى يتم تحديده بواسطة مجموعة من مفاتيح العوامات على مستويات مختلفة ، ويمكن استخدام مفاتيح العوامات لبيان مستوى السوائل داخل الخزانات .

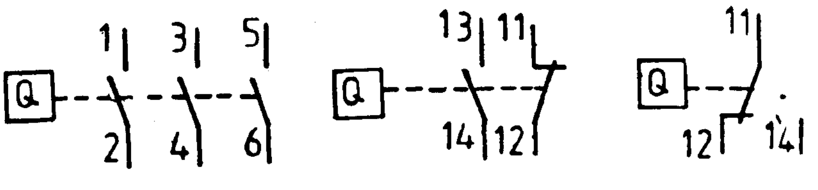
والشكل (١ – ٥) يعرض المسقط الرأسى لنوعين من مفاتيح العوامات، أحدهما يحتوى على حبل، ويستخدم هذا النوع عندما تكون عملية الضخ خالية من الدوامات. والثانى يوجد به عموداً بدلاً من الحبل، ويستخدم عندما تسبب المضخات المستخدمة دوامات شديدة.



مفتاح عوامة بحبل   مفتاح عوامة بعمود

الشكل (١ – ٥)

وفيما يلى الرموز الكهربية للأنواع المختلفة لمفاتيح العوامات :



ريشة قلاب Co   ريشتان No + Nc   ثلاثة أقطاب 3Pole

١ / ٣ / ٤ – المفاتيح التقاربية Proximity switches :

تنقسم هذه المفاتيح إلى نوعين هامين تبعاً لنظرية عملهما :

النوع الأول : يبنى عمله على توليد مجال مغناطيسى يتغير عند اقتراب جسم معدنى منها لذلك تسمى بمفاتيح تقاربية حثية.

النوع الثانى : يبنى عمله على توليد مجال كهربى يتغير عند اقتراب جسم عازل

كهربياً منها، لذلك تسمى مفاتيح تقاربية سعوية.

مميزات المفاتيح التقاربية

١ - ليس لها أجزاء متحركة.

٢ - عمرها لا يتأثر بعدد مرات التشغيل والفصل ولا بمعدل التشغيل.

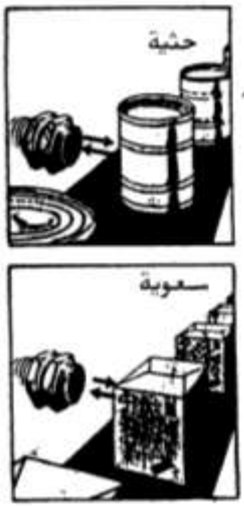
٣ - لا تتأثر بالرطوبة ولا بالزيت ولا بالأتربة.

٤ - لها استجابة سريعة جداً عند اقتراب جسم غريب منها مما يقلل من التيار العابر، ويتراوح مسافة إحساسها بين (0:40mm) ولكل مفتاح تقاربى مسافة إحساس تعتمد على تصميمه.

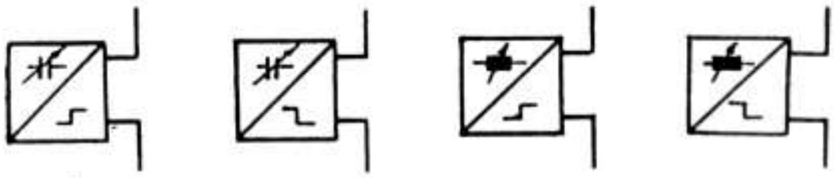
ومن العوامل المهمة فى اختيار المفتاح التقاربى المناسب :

١ - معرفة نوع الأجسام التى ستقترب من المفتاح، فإذا كانت من الحديد أو الألومنيوم أو النحاس يستخدم النوع الحثى. وإذا كانت عازلة للكهرباء يستخدم النوع السعوى.

٢ - مسافة الإحساس للمفتاح وهى أكبر مسافة يشعر عندها المفتاح باقتراب جسم غريب منه، ويقوم حينئذ بتغيير وضع ريش تلامسه فتصبح المفتوحة طبيعياً مغلقة والعكس بالعكس. والشكل (١ - ٦) يبين صورة لمفتاح حثى يستخدم فى دائرة لعد البراميل المصنعة من الحديد، وصورة لمفتاح سعوى بدائرة لعد الصناديق المصنعة من الكرتون. وفيمايلى الرموز الكهربية للمفاتيح التقاربية.



الشكل (١- ٦)



مفتاح حثى يقطع التيار عند التقارب | مفتاح حثى يوصل التيار عند التقارب | مفتاح سعوي يقطع التيار عند التقارب | مفتاح سعوي يوصل التيار عند التقارب

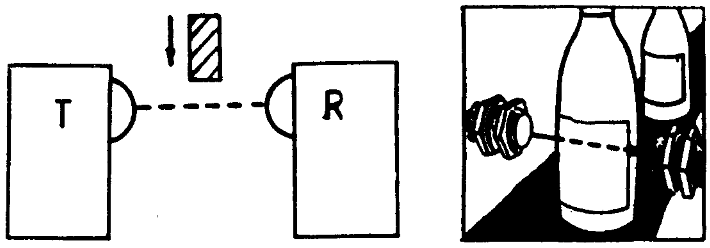
١ / ٣ / ٥ - الخلايا الضوئية Photo electric detectors

تتميز الخلايا الضوئية عن المفاتيح التقاربية بمدى التشغيل الكبير الذى يتراوح ما بين عدة ملى ميترات إلى عدة أمتار، كما أنها تعمل مع أى نوع من الأجسام سواء كانت عازلة كهربياً أو موصلة كهربياً، ويمكن تقسيم الخلايا الضوئية حسب أنظمة عملها إلى:

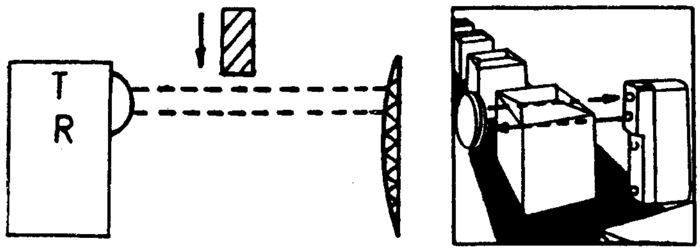
١ - **نظام الطريق الواحد**: حيث يثبت المرسل Transmitter، والمستقبل Receiver للخلية الضوئية عند ركنى المنطقة المراد اكتشاف أى جسم غريب يمر فيها، وأقصى مسافة بين المستقبل والمرسل فى هذا النظام ثلاثون متراً . ويساعد هذا النظام على اكتشاف الأجسام غير الشفافة وغير العاكسة.

٢ - **النظام الانعكاسى**: حيث يكون المرسل والمستقبل مجتمعين معاً فى غلاف واحد، وتحتاج الخلايا الضوئية التى تعمل بهذا النظام لسطح عاكس. ويتلخص مبدأ عمل هذا النظام فى أن المرسل يرسل أشعة تحت الحمراء، وعندما تصطدم هذه الأشعة بالسطح العاكس ترتد لتسقط على المستقبل وهذا يمثل الوضع الطبيعى. أما إذا مر جسم غريب بين الخلية والعاكس فإن الأشعة تحت الحمراء لن ترتد مرة أخرى إلى المستقبل الموجود داخل الخلية، وهنا يتغير وضع ريش تلامس الخلية الضوئية وأقصى مسافة بين الخلية والسطح العاكس عشرة أمتار، ويستخدم هذا النظام لاكتشاف الأجسام التى لا تعكس الأشعة الضوئية.

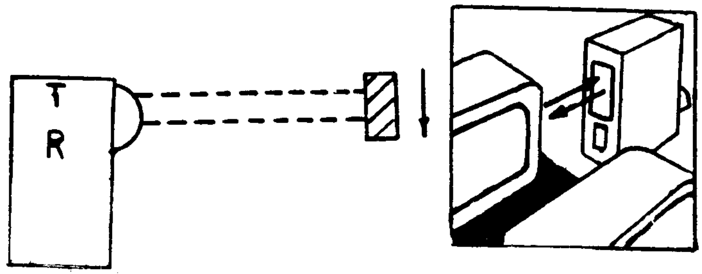
٣ - **النظام التقاربى**: ويوضع المرسل والمستقبل داخل غلاف واحد بحيث إن المرسل يرسل أشعة فوق بنفسجية، وعندما يمر جسم غريب تصطدم به هذه الأشعة لتسقط على المستقبل فيتغير وضع ريش التلامس للمفتاح، وأقصى مسافة بين الخلية والجسم ثلاثون سنتيمتراً، ويستخدم هذا النظام لاكتشاف الأجسام الشفافة والعاكسة. والشكل (١ - ٧) يوضح نظرية عمل هذه الأنظمة.



نظـــام الطريـــق الواحـــد



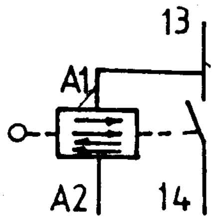
النظـــام الانـعكاســـــى



النظام التقاربى

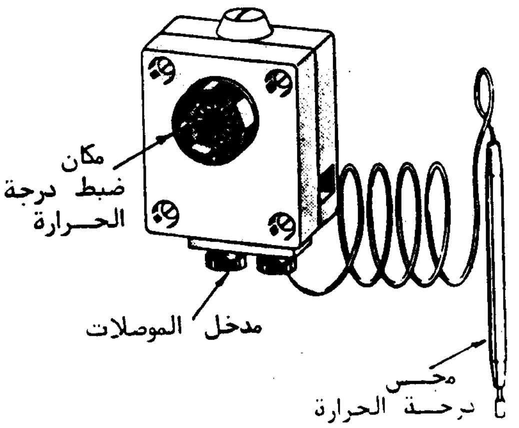
الشكل (١ – ٧)

وفيما يلى رمز الخلية الضوئية بشكل عام (رمز غير قياسى).



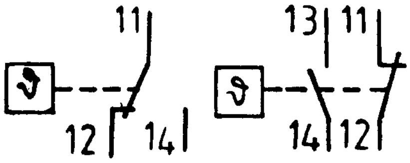
١ / ٣ / ٦ - مفاتيح درجة الحرارة Thermostates :

تعمل مفاتيح درجة الحرارة عند درجة الحرارة التى تعاير عليها، وعندها تتحول ريش المفتاح المغلقة إلى مفتوحة والعكس. وعند انخفاض درجة الحرارة عن حد المعايرة بقيمة فرقية معينة (تعتمد على تصميم الجهاز) تعود ريش التحكم للمفتاح لوضعها الطبيعى تماماً مثل: مفاتيح الضغط. وعادة تستخدم هذه المفاتيح فى مراقبة درجة الحرارة للمكابس والضواغط والمكيفات وماكينات ورش الإنتاج والمغاسل... إلخ.



الشكل (١ - ٨)

والشكل (١ - ٨) يعرض صورة لأحد مفاتيح درجة الحرارة، وفى الرسم المقابل رموز مفاتيح درجة الحرارة الكهربية.

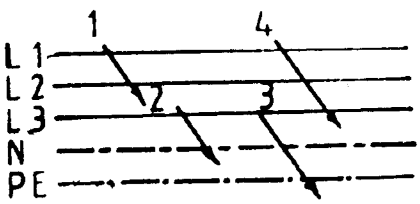


ريشتان No + Nc ريشة قلاب Co

١ / ٣ / ٧ - أجهزة الوقاية Protection devices :

وتقوم هذه الأجهزة بحماية الدوائر الكهربية من :

أ - **القصر** : وهو اتصال أوجه المصدر الكهربى معاً أو اتصال أحد الأوجه أو أكثر من وجه مع الأرضى أو مع خط التعادل. ويزداد التيار المار فى الدائرة لحظة القصر ليصل عدة مرات من قيمته الأصلية، ويعتمد ذلك على جهد التشغيل ومكان القصر ومساحة مقطع الأسلاك. والشكل (١ - ٩) يعرض أربعة أشكال مختلفة للقصر.



الشكل (١ - ٩)

ب - **زيادة الحمل**: وهو زيادة تيار التشغيل للمحركات إلى مرة ونصف أو أكثر من قيمته الأصلية وينتج ذلك من حمل زائد على الآلة المدارة بالمحرك.

جـ - **التسرب الأرضى**: ينشأ من حدوث تلامس غير كامل لأحد أوجه المصدر الكهربى مع الأرضى وذلك من خلال مقاومة كبيرة مثل: جسم الإنسان؛ علماً بأن التيار الخطر على الإنسان (30mA).

د - **ارتفاع درجة حرارة المحركات**: ينشأ نتيجة لسوء التهوية أو تعطل نظام التبريد للمحرك، وقد يؤدى ذلك إلى احتراق المحرك.

هـ - **انعكاس الأوجه أو عدم اتزان الأوجه أو انخفاض الجهد أو ارتفاعه.**

ولحماية الدوائر الكهربية من القصر تستخدم إما المصهرات Fuses، أو قواطع الدائرة الأتوماتيكية miniatures، ويفضل استخدام قواطع الدائرة عن المصهرات لإمكانية إعادتها للتشغيل بعد حدوث القصر وإزالة أسبابه، بينما المصهرات يلزم تغيرها بعد حدوث القصر، ولحماية المحركات الكهربية من زيادة الحمل تستخدم المتممات الحرارية Thermal O.L التى ينعكس وضع ريش تلامسها عند زيادة الحمل على المحرك ويوجد بها ضاغط للتحرير بعد زوال سبب زيادة الحمل. وهناك نوعان من المتممات الحرارية النوع العادى والنوع ذو محولات التيار.

ولحماية المحركات الكهربية من القصر وزيادة الحمل يستخدم أحد النظم الآتية:

١ - قاطع المحركات Motor C.B.

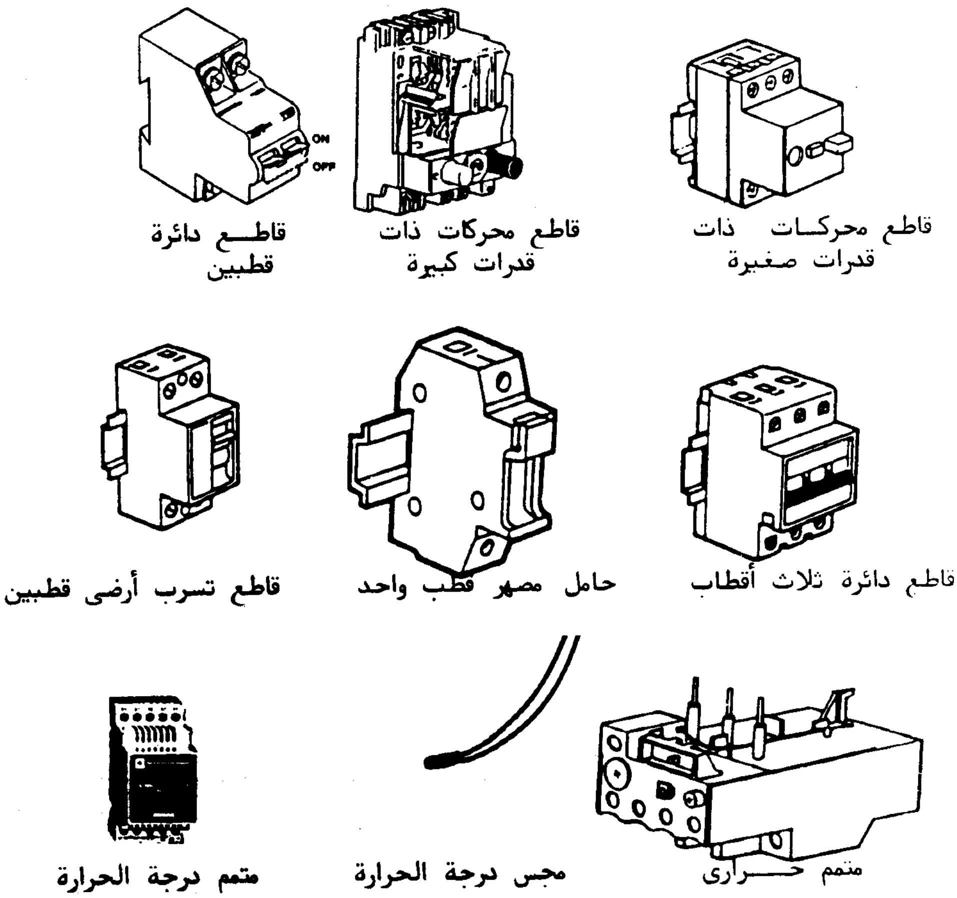
٢ - كل من المصهرات والمتممات الحرارية.

٣ - كل من قواطع الدائرة والمتممات الحرارية.

ولحماية الإنسان من الصاعقة الكهربية يستخدم فى ذلك قاطع التسرب الأرضى (ELCB).

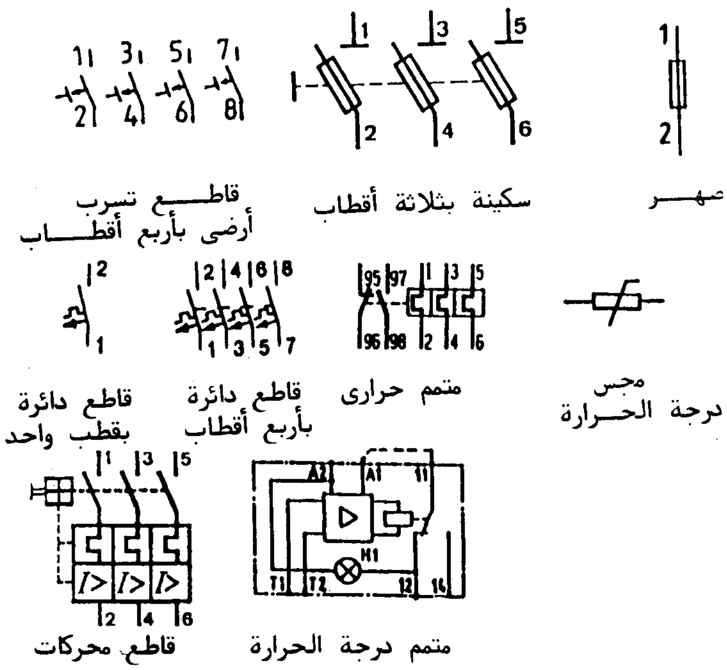
أما لحماية المحركات من ارتفاع درجة حرارتها يستخدم فى ذلك متمم درجة الحرارة Thermister relay والذى يوصل بمجسات Probes تدفن داخل ملفات المحرك، وعند ارتفاع درجة حرارة المحرك تزداد مقاومتها، فيعمل متمم درجة الحرارة على عكس ريش تلامسه، ولحماية الدوائر الكهربية من انعكاس الأوجه أو عدم اتزان

الأوجه أو انخفاض الجهد أو ارتفاعه تستخدم ريليهات الكترونية معدة لذلك، وسوف نتناولها فيما بعد فى الفقرة (٩ / ١) . ويمكن حماية المحركات من القصر وزيادة الحمل وارتفاع درجة الحرارة وانقطاع أحد الأوجه وعدم اتزان الأوجه وانخفاض وارتفاع الجهد بمتممات حماية المحركات الالكترونية، والتى سوف نتناولها فيما بعد فى الفقرة (٣ / ٣ / ٥) . والشكل (١ – ١٠) يعرض صوراً لمتمم حرارى وقاطع محركات ومتمم درجة حرارة ومجسة وقاطع تسرب أرضى وقاطع دائرة أتوماتيكى .



الشكل (١ – ١٠)

وفيما يلى الرموز الكهربية لأجهزة الوقاية :



١ / ٤ - أجهزة معالجة البيانات Data processing devices :

يوجد نوعان من هذه الأجهزة وهما :

أ - **الأجهزة التقليدية** : مثل الريليهات الكهرومغناطيسية والمؤقتات الزمنية والعدادات . . . إلخ . وتقوم هذه الأجهزة بإعطاء أوامر التشغيل والفصل للكونتاكتورات والمحابس الكهربية ولمبات البيان . . . إلخ، تبعاً لظروف تشغيل العملية الصناعية وكذلك طريقة توصيلها .

ب - **أجهزة التحكم المبرمج** : وتقوم بالتحكم فى تشغيل أوفصل الكونتاكتورات والمحابس الكهربية ولمبات البيان . . . إلخ، تبعاً لظروف تشغيل العملية الصناعية وكذلك برنامج التشغيل .

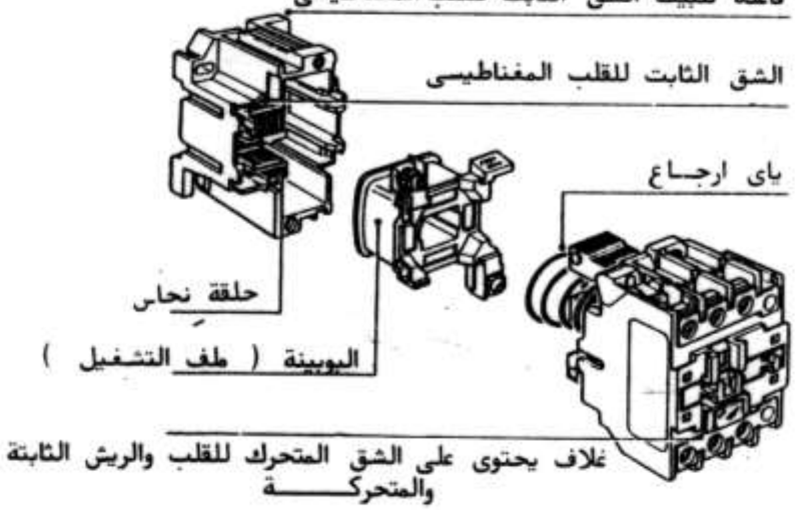
١ / ٤ / ١ - الريليهات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Relays :

تتشابه الريليهات مع الكونتاكتورات والتى سوف نتعرض لها فيما بعد فى

التركيب لحد كبير فكلاهما مفاتيح كهرومغناطيسية تعمل بالمجال المغناطيسى الناشئ عن مرور التيار الكهربى فى ملف التشغيل. وتتكون المفاتيح المغناطيسية بصفة عامة من قلب مغناطيسى مصنوع من رقائق من الصلب السليكونى المعزولة؛ علماً بأن هذا القلب مشقوق إلى شقين، أحدهما ثابت والآخر متحرك، ويوجد حول الشق الثابت ملف التشغيل، أما الشق المتحرك فيحمل ريش التلامس. والفرق الجوهرى بين الريليهات والكونتاكتورات هو أن الريليهات لا تحتوى على ريش تلامس رئيسية بل ريش تحكم فقط. أما الكونتاكتورات فتحتوى على ريش رئيسية (أقطاب) وريش تلامس مساعدة (ريش تحكم)، أما الأقطاب فتقوم بالتحكم فى وصل وفصل التيارالكهربى عن الأحمال مثل: المحركات. أما ريش التحكم فتقوم ببعض الوظائف المساعدة فى عمليات التحكم ستتضح عند تناول دوائر التحكم للمحركات فيما بعد.

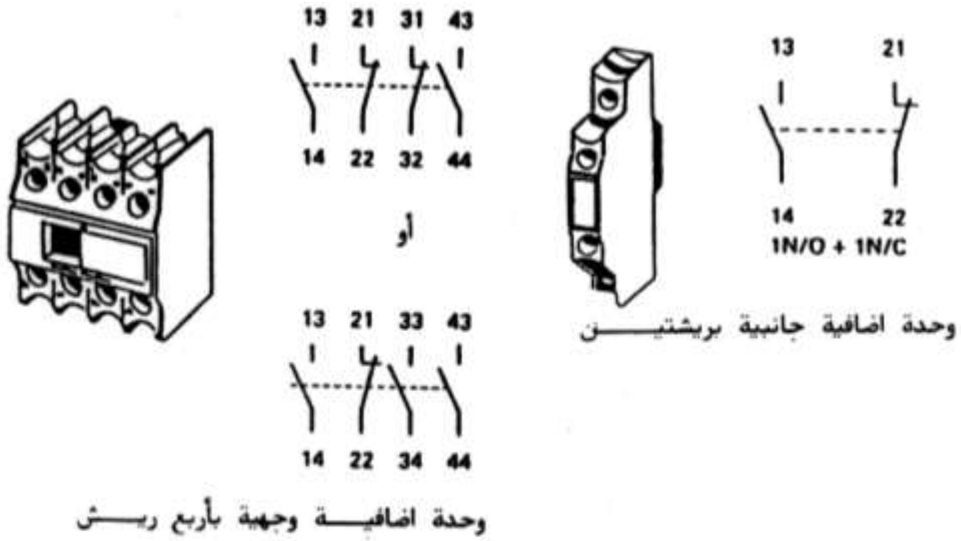
والشكل (١ – ١١) يبين تركيب المفتاح الكهرومغناطيسى بصفة عامة سواء كان ريلاى أو كونتاكتور؛ علماً بأنه فى بعض الأحيان يكون عدد ريش التحكم غير كافٍ؛ لذا تستخدم وحدات إضافية وجهية، أى تثبت على وجه المفتاح الكهرومغناطيسى أو وحدات إضافية جانبية، أى تثبت على جانب المفتاح الكهرومغناطيسى، وتحتوى هذه الوحدات الإضافية على ريش تحكم وتختلف عدد ريش التحكم ونوعها من وحدة لأخرى، فيوجد وحدات تحتوى على ريشتين، وأخرى على أربع ريش بتنظيمات مختلفة على سبيل المثال:

(NO+NC) أو (2NO) أو (2NC) أو(2NO+2NC) أو (4NO) أو (4NC)...إلخ.



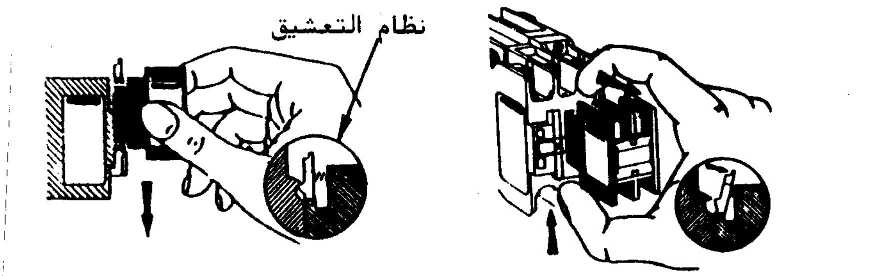
الشكل (١-١١)

والشكل (١-١٢) يعرض صوراً لوحدات إضافية وجهية وجانبية.



الشكل (١-١٢)

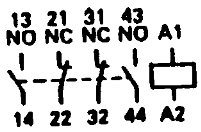
فالوحدة الإضافية الجانبية تحتوى على ريشتين (NO + NC) ، أما الوحدة الإضافية الوجهية تحتوى على أربع ريش تحكم. والشكل (١-١٣) يعرض طريقة تثبيت وحدة إضافية وجهية تحتوى على ريشتى تحكم على وجه ريلاى، وكذلك طريقة نزعها من على الريلاى، علماً بأنه يجب التأكد من التثبيت الصحيح للوحدة الإضافية وذلك بدفع النظام الميكانيكى للريلاى أو الكونتاكتور، فإذا تحرك بمرونة دل على أن التثبيت صحيح والعكس صحيح.



طريقة نزع وحدة التلامس الاضافية — طريقة تثبيت وحدة التلامس الاضافية

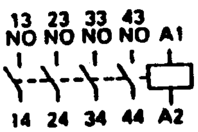
الشكل (١-١٣)

وفى الرسم المقابل الرموز الكهربية للريليهات الكهرومغناطيسية.



ريلاى يحتوى على

2NO + 2NC



ريلاى يحتوى على

4NO

١ / ٤ / ٢ - المؤقتات الزمنية Timers :

يوجد ثلاثة أنواع من المؤقتات الزمنية حسب تركيبها وهم :

أ - المؤقت الالكترونى.

ب - المؤقت ذو المحرك.

جـ - المؤقت الهوائى.

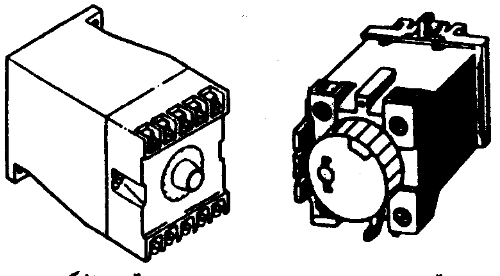
وبصفة عامة فإن المؤقت الالكترونى والمؤقت ذا المحرك يوصلان بالمصدر الكهربى

لدائرة التحكم، وتزود هذه المؤقتات بعدد من ريش التحكم المفتوحة NO، والمغلقة NC، أو الريش القلاب CO، وهذه الريش تستخدم فى دوائر التحكم.

أما المؤقت الزمنى الهوائى فهو لا يعمل مستقلاً بذاته، بل يثبت على وجه أحد الرليهات الكهرومغناطيسية أو الكونتاكتورات تماماً مثل: الوحدات الإضافية الوجهية.

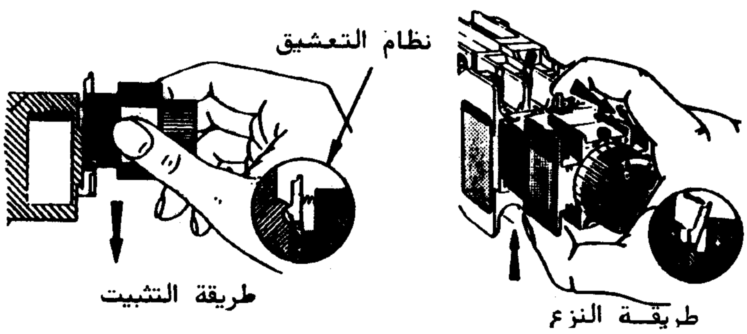
والشكل (١-١٤) يعرض صورة لمؤقت هوائى، وآخر لمؤقت الكترونى.

أما الشكل (١-١٥) فيعرض طريقة تثبيت المؤقت الهوائى على المفتاح الكهرومغناطيسى وكذلك طريقة نزعه.



مؤقت هوائى　　　مؤقت الكترونى

الشكل (١-١٤)



الشكل (١-١٥)

ويمكن تقسيم المؤقتات الزمنية حسب خواص تشغيلها إلى:

أ - المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل On Delay Timer :

فعند اكتمال مسار التيار لملف المؤقت سواء كان الكترونياً أو بمحرك ينعكس وضع ريش تلامس المؤقت بعد تأخير زمنى مقداره T ، فتصبح الريشة المفتوحة طبيعياً NO مغلقة والعكس بالعكس، ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار للملف تعود ريش التحكم للمؤقت لوضعها الطبيعى، أما المؤقت الهوائى الذى يؤخر عند التوصيل فيثبت على وجه الكونتاكتور أو الريلاى، وعند اكتمال مسار التيار لملف

الريلاى أو الكونتـاكـتـور تنعكس ريش تلامس المؤقت الهـوائى بعـد تأخـيـر زمنى مـقـداره T وتعـود لوضـعـهـا الطـبـيـعى عند انقطاع مـسـار التـيـار لملف الريلاى أو الكونتاكتور.

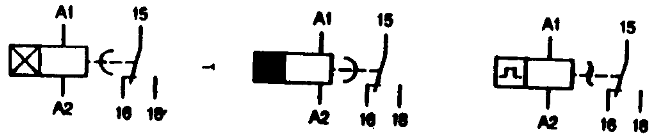
ب – المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند الفصل Off Delay Timer :

فـعند توصـيل مـلف المؤقت سـواء كـان الكـتـرونيًـا أو بمحـرك بالمصـدر الكـهـربى ينعكس وضع ريش التحكم للمؤقت فى الحال ،أما عند انقطاع مسار التيار للملف تعود ريش التحكم لوضعها الطبيعى بعد تأخير زمنى مقداره T ، أما المؤقت الهوائى الذي يؤخـر عند الفـصـل فـتنعكـس ريش تلامـسـه عند اكـتـمـال مـسـار التـيـار لملف الريلاى، ولكـن عند انقطاع مـسـار التـيـار لملف الريلاى تـعـود ريش تلامس المؤقت الهوائى لوضعها الطبيعى بعد تأخير زمنى مقداره T .

جـ – المؤقت الزمنى الرعاش Flashing Timer :

فـعند اكـتـمـال مـسـار التـيـار لملف المؤقت يقـوم بعـكس ريش تلامـسـه لمدة T1 وإعادتهـا لـوضـعهـا الطـبـيـعى لمدة T2 ، ويتكـرر ذلك طوال فـترة اكـتـمـال مـسـار التـيـار لملف المؤقت (الالكترونى أو ذو المحرك)، ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار تعود ريش المؤقت لوضعها الطبيعى.

وفيما يلى الرموز الكهربية للمؤقتات الالكترونية والمؤقتات الهوائية :



مؤقـــت رعاش   مؤقت يؤخر عند الفصل   مؤقت يؤخر عند التوصيل



مؤقت هوائى يؤخر عند الفصل مثبت علـــى ريلاى   مؤقت هوائـــى يؤخـــر عنـــد التوصيل مثبـت على ريـــــلاى

١ / ٤ / ٣ - أجهزة التحكم المبرمج Progrmmable controllers

وتستخدم هذه الأجهزة للتحكم فى العمليات الصناعية وآلات الورش بدلاً من المتممات والمؤقتات الزمنية والعدادات.. إلخ. ولقد ظهرت هذه الأجهزة فى الأسواق فى بداية السبعينات نتيجة للتقدم الكبير فى صناعة الالكترونيات الدقيقة. **وتتكون هذه الأجهزة من أربعة أجزاء رئيسية وهى:**

١- **وحدة المعالجة المركزية C.P.U**: وهى المسئولة عن تنفيذ برنامج التشغيل وإعطاء أوامر التشغيل لأجهزة المخارج.

٢- **الذاكرة Memory** : وهى تنقسم إلى نوعين هما:

أ- **ذاكرة القراءة والكتابة العشوائية RAM**: ويخزن فيها برنامج التشغيل من قبل المستخدم، وكذلك حالة المداخل والمخارج اللحظية وجميع البيانات المدخلة للجهاز.

ب- **ذاكرة القراءة العشوائية ROM**: وتحتوى على نظام التشغيل للجهاز ولا يمكن للمستخدم الوصول إلى محتويات هذه الذاكرة.

٣- **وحدات ربط المداخل الرقمية**: حيث يوصل بها أجهزة المداخل مثل: الضواغط ومفاتيح نهاية المشوار والمفاتيح التقاربية ومفاتيح العوامات.. إلخ.

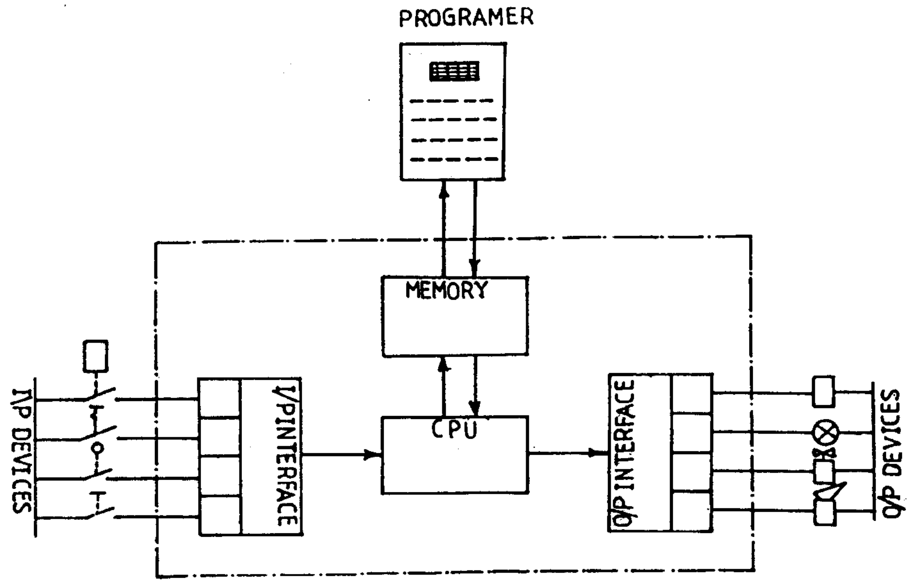
ووظيفة وحدات ربط المداخل هى تقليل الجهود القادمة من أجهزة المداخل لتناسب وحدة المعالجة المركزية **c.p.u**.

٤- **وحدات ربط المخارج الرقمية**: ويوصل بها أجهزة المخارج مثل: الكونتاكتورات، والمحابس الكهربية ولمبات البيان والأبواق.

ووظيفة وحدات ربط المخارج هى رفع الجهود القادمة إليها من وحدة المعالجة المركزية ليناسب عمل أجهزة المخارج.

ويوجد بعض الأجهزة التى تصاحب استخدام أجهزة التحكم المبرمج مثل: وحدة البرمجة لإدخال البرنامج، وكذلك بعض وحدات الذاكرة الخارجية لحفظ برنامج ما.

وفى الشكل (١-١٦) مخطط صندوقى يوضح كيفية توصيل أجهزة التحكم المبرمج مع أجهزة المداخل وأجهزة المخارج ووحدة البرمجة.



الشكل (١-١٦)

١ / ٥- أجهزة التحكم فى القدرة Power control devices:

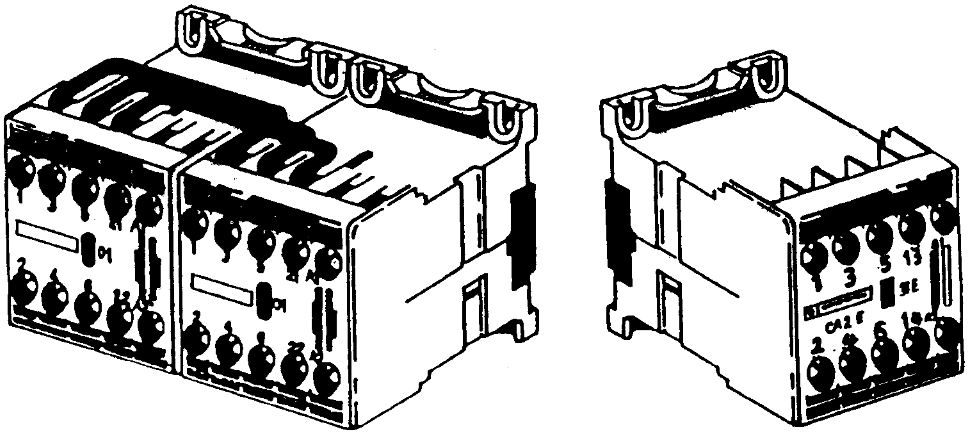
وهذه الأجهزة مسئولة عن تنفيذ أوامر التشغيل المرسلة إليها من أجهزة معالجة البيانات. ويوجد الكثير من أجهزة التحكم فى القدرة مثل: الكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية والمحابس الكهربية وأجهزة التحكم فى سرعة المحركات.. إلخ.

وسوف نتناول فى هذه الفقرة أجهزة الكونتاكتورات فقط. ولقد سبق أن أشرنا إلى أن تركيب ونظرية عمل الكونتاكتورات لا تختلف عن الريليهات إلا فى وظيفتها. فالأولى: تستخدم فى وصل وفصل الأحمال، والثانية: تستخدم فى معالجة البيانات القادمة إليها تبعاً لطريقة توصيلها، وعادة فإن الكونتاكتورات تتواجد منفردة لتشغيل وإيقاف المحركات، وتتواجد مجتمعة على شكل مجموعات تسمى بالبادئات. وهناك أنواع عديدة من البادئات نذكر منها:

أ- بادئ عكس حركة. ب- بادئ نجما - دلتا.

جـ – بادئ مقاومات بدء مع العضو الدوار .

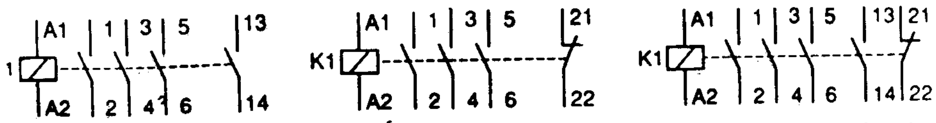
والشكل (١-١٧) يعرض صورة لكونتاكتور منفرد، وصورة لبادئ عكس حركة .



بادىء عكس حركه   كونتاكتور منفرد

الشكل (١-١٧)

وفيما يلى الرموز الكهربية للكونتاكتورات :

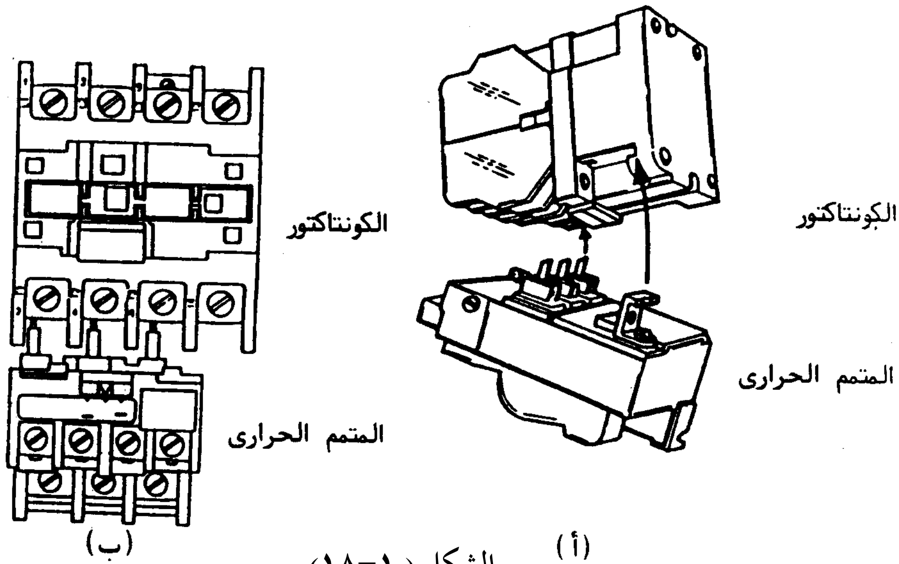


كونتاكتور بثلاثة أقطاب وريشة NO

كونتاكتور بثلاثة أقطاب وريشة NC

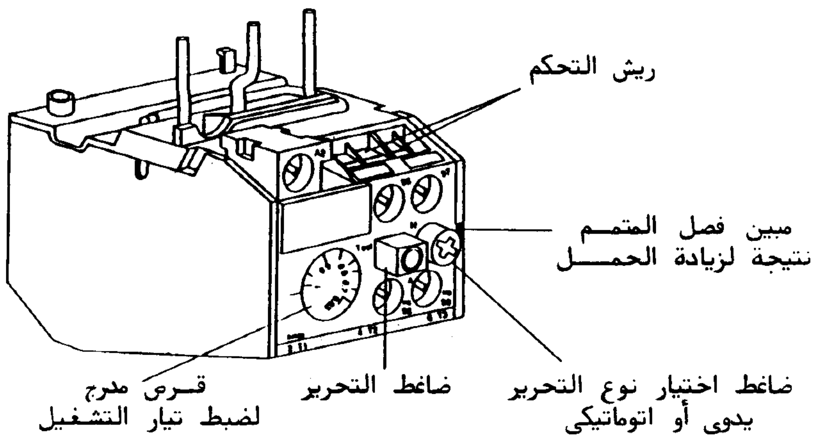
كونتاكتور بثلاثة اقطاب وريشتين NO + NC

وعادة تثبت المتممات الحرارية أسفل الكونتاكتورات وتوصل معها كهربياً لحماية المحركات الكهربية من زيادة الحمل . والشكل (١-١٨أ) يوضح كيفية تثبيت متمم حرارى مع كونتاكتور. أما الشكل (١-١٨ب) فيعرض شكلاً تخطيطا لكونتاكتور مع متمم حرارى بعد التثبيت .



الشكل (١-١٨)

وتحتوى المتممات الحرارية على قرص مدرج لضبط تيار التشغيل للمحرك ومكان لاختيار تحرير المتمم الحرارى يدوياً أو أتوماتيكياً، وضاغط لتحرير المتمم الحرارى يدويا، ومبين فصل المتمم نتيجة لزيادة الحمل وهذا موضح بالشكل (١-١٩).



الشكل (١-١٩)

١ / ٦- أجهزة مخاطبة نظام التحكم man-machine dialogue :

وهذه الأجهزة تجعل الإنسان قادراً على مخاطبة الآلة بمعنى إعطاء الأوامر للنظام وأيضاً متابعته فى نفس الوقت، وذلك من خلال مجموعة من الضواغط ومفاتيح التشغيل والمفاتيح ذات مواضع التشغيل المختلفة ولمبات البيان وأجهزة الإنذار الصوتى مثل: الأبواق والسراين وبعض شاشات الكومبيوتر وبعض وحدات الإظهار الرقمية ولوحات المفاتيح لأجهزة الكومبيوتر.. إلخ. وتعتبر ألوان لمبات البيان والضواغط فى غاية الأهمية بالنسبة للمشغلين وذلك لتجنب الفهم الخاطئ فى إعطاء الأوامر أو متابعة النظام، والجدول (١-٥) يوضح الألوان الخاصة بالضواغط واستخدامها.

الجدول (١-٥)

اللـــون	الاستخدام
أحمر	ايقاف stop، فصل off، طوارئ Emergency.
أخضر وأسود	بدء start، تشغيل on.
أصفر	إعادة دورة التشغيل للعملية الصناعية إلى بدايتها.
أبيض أو أزرق فاتح	التحكم فى العمليات الثانوية التى لا ترتبط بدورة التشغيل للنظام.

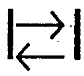
أما الجدول (١-٦) فيوضح الألوان الخاصة بلمبات البيان ومدلولاتها.

الجدول (١-٦)

اللـــون	المـــدلول
أحمر	توقف الماكينة ناتج عن خلل مثل زيادة الحمل عليها (حالة غير طبيعية)
أصفر	انتباه كاقتراب كمية معينة كالتيار أو درجة الحرارة للقيمة القصوى أو الصغرى لها أو تحذير من حدوث شيء غير طبيعي.
أخضر	الماكينة تعمل أو الماكينة جاهزة للبدء أو ضغط الهواء مناسب للعمل.
أبيض	المفتاح الرئيسى فى وضع التشغيل (الدائرة عند جهد التشغيل المعتاد).
أزرق	وظائف مختلفة عن ما سبق ذكره.

والجدول (١-٧) يوضح الرموز الخاصة بالحركات والتى قد توضح أحيانًا على الضواغط.

الجدول (١-٧)

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
→	حركة خطية فى اتجاه السهم.		الدوران فى اتجاه السهم ومحدد.
↔	حركة خطية فى الاتجاهين		
	حركة خطية فى اتجاه السهم. تنعكس مرة واحدة عند حد معين.		الدوران مستمر أو تشغيل دائم.
	حركة خطية محددة وترددية.		لفة واحدة أو دورة تشغيل واحدة.
	اتجاه الدوران فى اتجاه هذا السهم		
	الدوران فى الاتجاهين.		اللفات لكل دقيقة فقط.

وأخيراً نستعرض رموز التشغيل للمبات البيان والضواغط الموضحة بالجدول (١-٨).

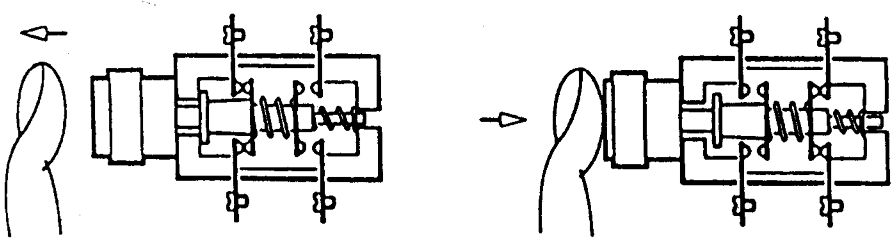
الجدول (١-٨)

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
	تشغيل.		التشغيل أتوماتيكى.
	إيقاف أو فصل.		تشغيل عند الضغط المستمر على الضاغط
	تشغيل وإيقاف.		إيقاف طوارئ ولونه أحمر.

وتتشابه الضواغط والمفاتيح اليدوية فى أن كلاً منهما يحتوى على مجموعة من

ريش التلامس، منها الريش المفتوحة طبيعيا NO، ومنها المغلقة طبيعياً NC. أما الفرق بينهما ففى خواص التشغيل، فالمفتاح عند تشغيله يعكس حالة ريش تلامسه، فالمفتوحة تصبح مغلقة والعكس صحيح، ويستمر الوضع كذلك إلى أن يقوم المشغل بوضع المفتاح على وضع التوقف وتعود ريش المفتاح لوضعها الطبيعى، أما الضاغط فيعكس حالة ريش تلامسه أثناء قيام المشغل بالضغط عليه، ولكنه بمجرد إزالة الضغط عن الضاغط تعود ريش تلامس الضاغط لوضعها الطبيعى نتيجة لوجود ياى بداخل الضاغط.

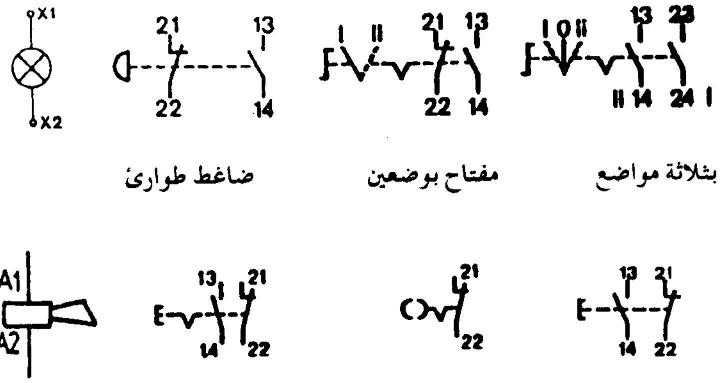
وفى الشكل (١-٢٠) قطاعان لضاغط يحتوى على ريشة NO، وريشة NC، فى وضعين مختلفين، الأول فى الوضع الطبيعى، والثانى فى وضع التشغيل.



وضـــع التشغيـــل — الوضع الطبيعـــى

الشكل (١- ٢٠)

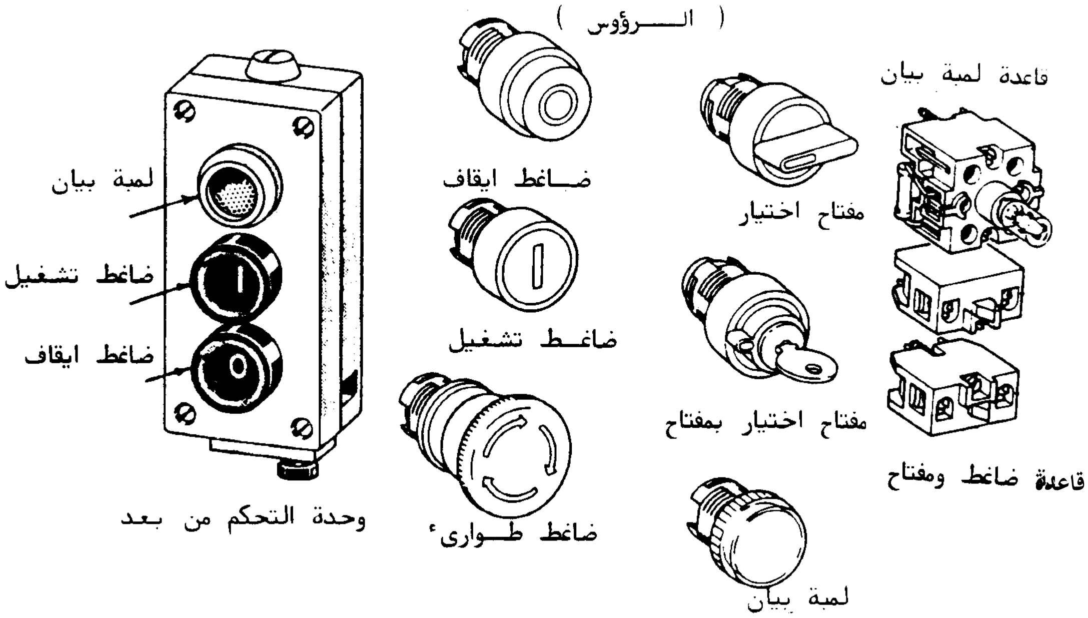
وفيما يلى الرموز الكهربية لأجهزة مخاطبة الآلة:



مفتاح بثلاثة مواضع — مفتاح بوضعين — ضاغط طوارئ — لمبة بيان

ضاغط بدوى — مفتاح يدوى بمفتاح قفل — مفتاح انضغاطى — بوق

أما الشكل (١-٢١) فيعرض شكل رؤوس كلا من ضاغط تشغيل وضاغط إيقاف وضاغط طوارئ ومفتاح اختيار ذات مفتاح قفل ومفتاح اختيار بيد دوارة ولمبة بيان، وكذلك يعرض شكل قاعدة لمبة بيان وريش تلامس الضواغط المختلفة ومفاتيح الاختيار. علما بأنه يتم تجميع الرؤوس وقواعد اللمبات أو ريش التلامس على أبواب لوحات التحكم أو على شاسيه موجود داخل غرفة التحكم للمصنع، أو فى وحدة التحكم من بعد كالمبينة بالشكل (١-٢١) أيضاً.



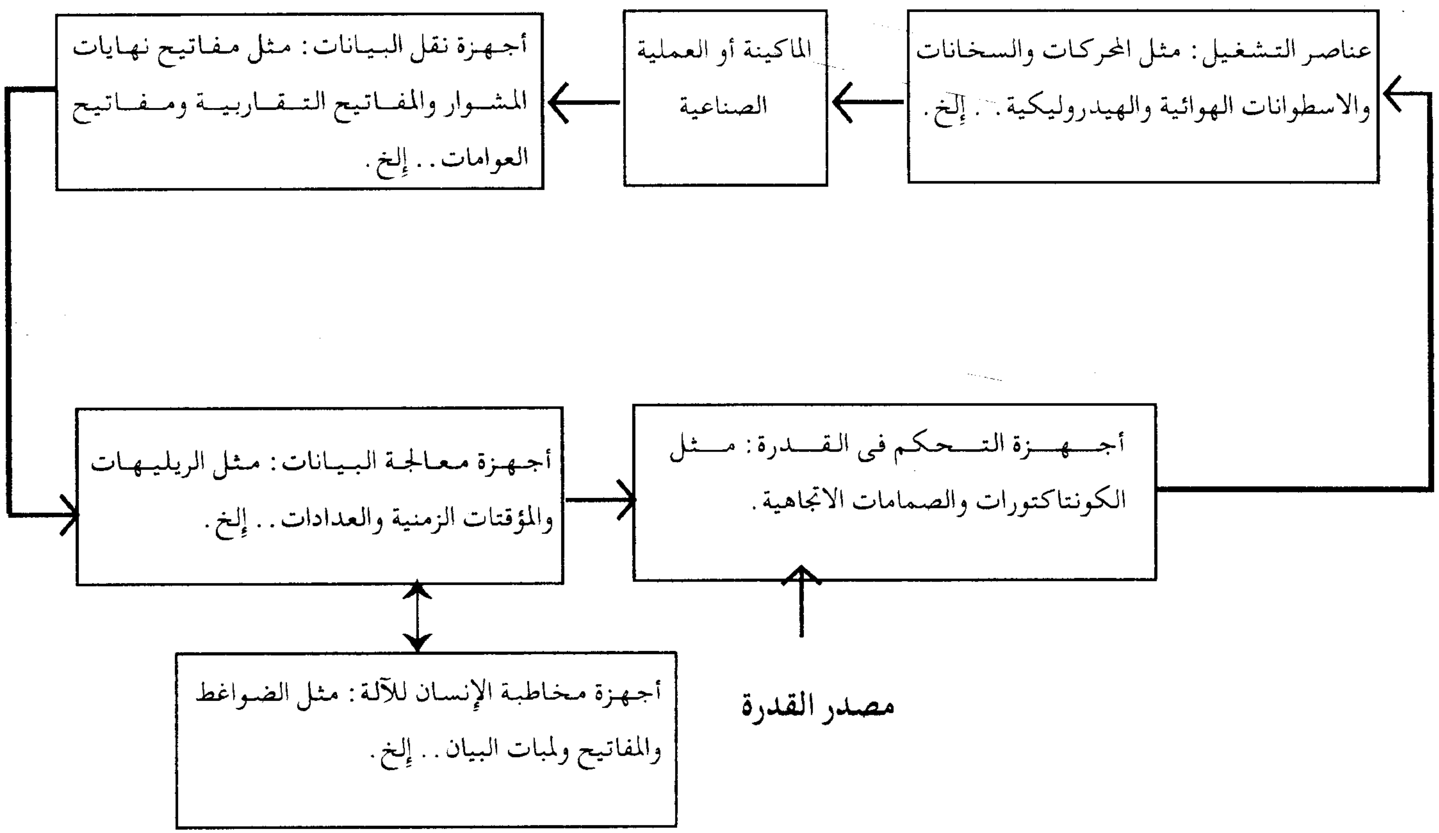
الشكل(١-٢١)

١ / ٧ - العلاقة بين المكونات المختلفة لنظام التحكم الأتوماتيكى:

بعد أن تعرفنا على مكونات نظام التحكم جاء الدور لعرض مكونات نظام التحكم فى شكل واحد يوضح العلاقة بينهم وذلك فى الشكل (١-٢٢).

ملاحظة:

جميع الرموز المعروضة فى هذا الفصل ألمانية عدا المكتوب عليها غير قياسية.


عناصر التشغيل: مثل المحركات والسخانات والاسطوانات الهوائية والهيدروليكية.. إلخ.
الماكينة أو العملية الصناعية
أجهزة نقل البيانات: مثل مفاتيح نهايات المشوار والمفاتيح التقاربية ومفاتيح العوامات.. إلخ.
أجهزة التحكم فى القدرة: مثل الكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية.
أجهزة معالجة البيانات: مثل الريليهات والمؤقتات الزمنية والعدادات.. إلخ.
أجهزة مخاطبة الإنسان للآلة: مثل الضواغط والمفاتيح ولمبات البيان.. إلخ.
مصدر القدرة

الباب الثاني

الرموز الكهربية لأجهزة التحكم والآلات الكهربية

الرموز الكهربية لأجهزة التحكم والآلات الكهربية

٢ / ١ - مقارنة بين رموز العالم الشهيرة :

سوف نتناول فى هذا الباب الرموز الكهربية الألمانية والأمريكية والعالمية وذلك للأسباب الآتية :

أ- تعد أجهزة التحكم الألمانية من أفضل الأجهزة؛ حيث إن الألمان متميزون فى هذا المجال .

ب - الصناعات الأمريكية بصفة عامة منتشرة بكثرة فى الوطن العربى وخصوصاً فى دول الخليج .

جـ - بعد إقامة السوق الأوروبية المشتركة أصبحت جميع الدول الصناعية الكبرى تستخدم الرموز العالمية فى صناعتها .

ولهذه الأسباب وجدنا أنه من الأفضل أن تكون الرموز المستخدمة فى جميع المخططات الكهربية فى هذا الكتاب خاضعة لأحد النظم الآتية :

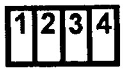
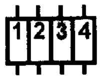
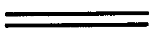
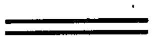
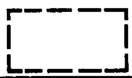
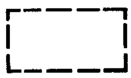
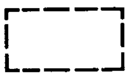
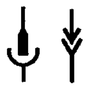
١ - الرموز الكهربية الألمانية الحديثة الخاضعة للمواصفات الفنية للمهندسين الكهربائيين الألمان DIN .

٢- الرموز الكهربية الأمريكية الدولية ANSI ، علماً بأن هذه الرموز تتفق مع الرموز الكندية CSA .

٣- الرموز العالمية الحديثة IEC .

وفى الفقرات التالية عرض لأهم الرموز الألمانية والعالمية والأمريكية الحديثة .

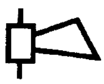
٢/١/١- الرموز العامة:

الرمز الأمريكى	الرمز العالمى	الرمز الألمانى	الوصف
			طرف توصيل فى الدائرة
			مجموعة من نقاط التفريع (نهايات الشعب)
			الأوجه الرئيسية (خط مستمر)
			الأوجه الرئيسية (خط متقطع)
			خط العمل بين أجزاء منفصلة
			خط العمل بين جهازين متجاورين
			الفاصل بين مجالين
			الهيكل الخارجي فى الجهاز
			غلاف معدنى للأجهزة الالكترونية والكابلات
 GRD			رمز التأريض
			أرضى الحماية بالجهاز
			خط الأرضى
 PL REPC			فيشة وبريزة

ملاحظة:

الخانات الفارغة تعنى أنه لا يوجد رمز قياسى.

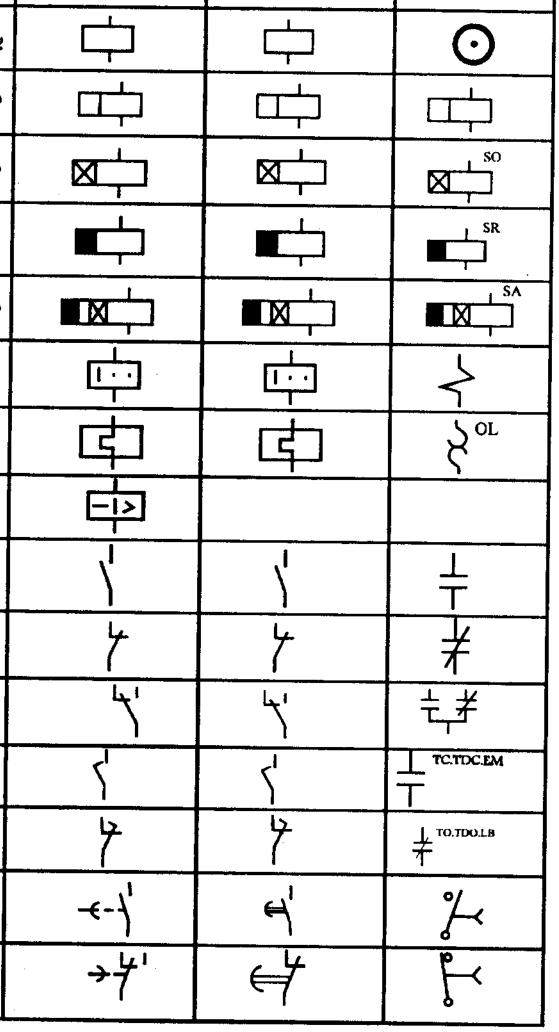
٢/١/٢-رموز المقاومات والمكثفات والملفات وأجهزة الإشارة والإنذار:

الرمز الأمريكى	الرمز العالمى	الرمز الألمانى	الوصـــــــف
			مقاومة
			ملف
			مكثف
			مكثف له نقطة منتصف
			الرمز العام للمبة البيان
			لمبة بيان متوهجة
			لمبة نيون
			جرس
			بوق

ملاحظة:

الخانات الفارغة تعنى أنه لا يوجد رمز قياسى.

٣/١/٢ - رموز أجهزة التحكم والقياس وريش التلامس المختلفة:

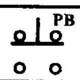
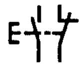
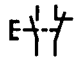
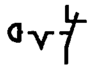
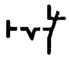
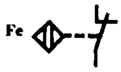
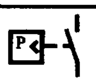
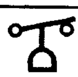
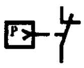
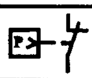


الوصـــــف	الرمز الألمانى	الرمز العالمى	الرمز الأمريكى
بوبينة كونتاكتور أو ريلاى			
مؤقت زمنى			
مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل			SO
مؤقت زمنى يؤخر عند الفصل			SR
مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل والفصل			SA
متمم مغناطيسى يعمل عند القصر			
متمم حرارى يعمل عند زيادة الحمل			OL
متمم يعمل عند حدوث تسرب أرضى			
ريشة مفتوحة طبيعياً NO			
ريشة مغلقة طبيعياً NC			
ريشة قلاب CO			
ريشة مفتوحة طبيعياً تغلق مبكراً			TC.TDC.EM
ريشة مغلقة تؤخر عند الفتح			TO.TDO.LB
ريشـة مـفـتـوحـة لمؤقت يؤخـر عند التوصيل			
ريشة قلاب لمؤقت يؤخر عند الفصل			

ملاحظة:

الخانات الفارغة تعنى أنه لا يوجد رمز قياسى

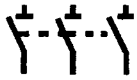
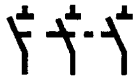
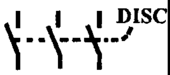
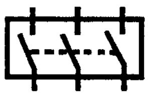
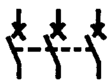
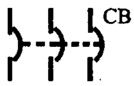
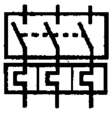
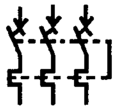
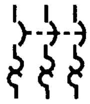
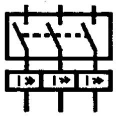
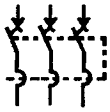
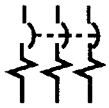
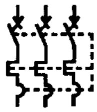
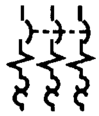
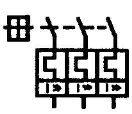
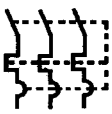
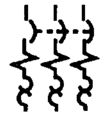
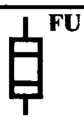
٤/١/٢ - رموز الضواغط والمفاتيح اليدوية وأجهزة نقل المعلومات:

الرمز الأمريكى	الرمز العالمى	الرمز الألمانى	الوصـــــف
			ريشة مفتوحة وأخرى مغلقة لضاغط
			ريشة مفتوحة طبيعياً لمفتاح يعمل بالضغط
			ريشة مغلقة لمفتاح يدوى يعمل بالضغط
			ريشة مفتوحة لنهاية مشوار
			ريشة مغلقة لنهاية مشوار
			ريشة مغلقة تحت تأثير الضغط لمفتاح نهاية مشوار
			ريشة مفتوحة تحت تأثير الضغط لمفتاح نهاية مشوار
			ريشة مغلقة لمفتاح تقاربى حثى
			ريشة مفتوحة لمفتاح تقاربى حثى
			جهاز استشعار حساس للتقارب
			ريشة مفتوحة طبيعياً لمفتاح ضغط
			ريشة مغلقة طبيعياً لمفتاح ضغط
			ريشة مفتوحة طبيعياً لعوامة

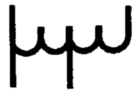
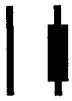
ملاحظة:

الخانات الفارغة تعنى أنه لا يوجد رمز قياسي.

٥/١/٢ - رموز أجهزة الوصل والفصل اليدوى والأتوماتيكى:

الوصف	الرمز الألمانى	الرمز العالمى	الرمز الأمريكى
سكينة ثلاثة أوجه			
قاطع أتوماتيكى.			
قاطع أتوماتيكى مع متمم حرارى			
قاطع أتوماتيكى مع متمم مغناطيسى			
قاطع أتوماتيكى مع متمم حرارى وآخر مغناطيسى			
قاطع محركات مزود بضاغط للتشغيل اليدوى وآخر للفصل			
مصهر			

٦/١/٢ - رموز المحولات والمولدات والمحركات الكهربية:

الرمز الأمريكى	الرمز العالمى	الرمز الألمانى	الوصـــــف
			محول جهد أو محول قدرة أو محول تحكم
			محول ذاتى
			محول تيار
 أو 			مولد (رمز عام)
 أو 			محرك (رمز عام)
			محرك تيار مستمر
			محرك ثلاثة أوجه
			محرك استنتاجى ذو قفص سنجابى ثلاثة أوجه
			محرك استنتاجى ذو عضو دوار ملفوف ثلاثة أوجه

٢ / ٢ - حروف أجهزة التحكم بالنظام الألمانى والعالمى :

الجدول التالى يعرض مقارنة بين حروف أجهزة التحكم بالنظام الألمانى القديم والحديث والنظام العالمى الحديث :

الوصـــــف	النظام العالمى	النظام الألمانى	
		حديث	قديم
الأوجه الثلاثة	L1,L2,L3	L1,L2,L3	R,S,T
التعادل	N	N	MP
الأرضى	PE	PE	SL
أطراف محرك يعمل نجما دلتا	U1,V1,W1	U1,V1,W1	U,V,W
	U2,V2,W2	U2,V2,W2	X,Y,Z
أطراف محرك بسرعتين	U1,V1,W1	1U,1V,1W	Ua,Va,Wa
	U2,V2,W2	2U,2V,2W	Ub, Vb,Wb
أطراف العضو الدوار	K, L, M	K, L, M	U,V,W
المكثفات	C	C	k
أجهزة الوقاية	F	F	e
الموحدات	V	G	n
لمبات البيان والهورنات	H	H	h
الكونتاكتور الرئيسى والريليهات	KM,K	KM,KA	c,d
المؤقتات الزمنية	D	KT	KT
المحركات	M	M	m
المولدات	G	G	G
أجهزة القياس	P	P	g
المفاتيح الرئيسية	Q	Q	a
المقاومات	R	R	r
الضواغط والمفاتيح	S	S	b
مفاتيح الضغط ودرجة الحرارة.	B	F	F
المحولات	T	T	m
الصمامات الكهربية	Y	Y	S

٢ / ٣ – نظام الترقيم لأجهزة التحكم بالنظام العالمى والألمانى :

يتشابه نظام الترقيم لأجهزة التحكم لكلا النظامين العالمى والألمانى، وفيما يلى عرض لنظام الترقيم :

١– ترقيم الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم مثل : الكونتاكتورات والمتممات الحرارية وقواطع المحركات وقواطع الدائرة الأتوماتيكية والسكاكين والمصهرات كما يلى :

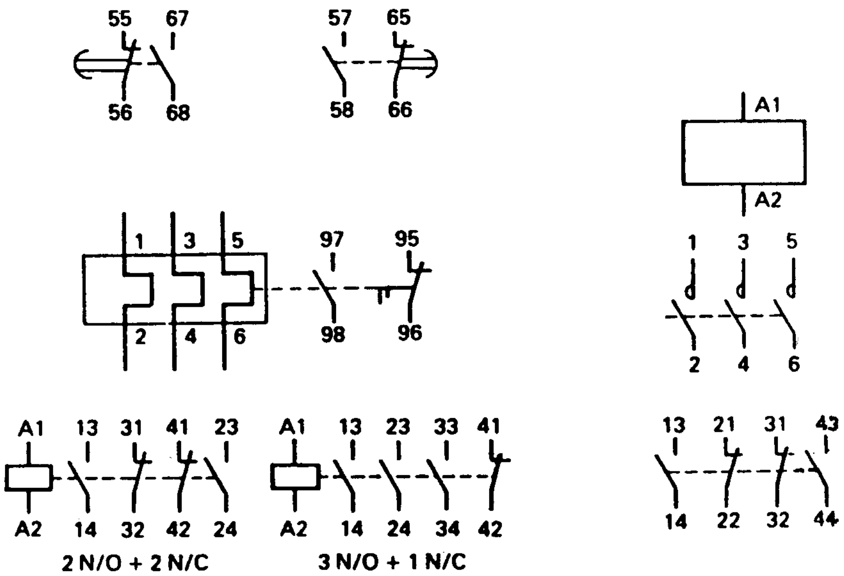
القطب الأول : (L1-T1) أو (2 - 1) .

القطب الثانى : (L2-T2) أو (4 - 3) .

القطب الثالث : (L3-T3) أو (6 - 5) .

٢– ترقم ريش التحكم لأجهزة التحكم مثل : الكونتاكتورات والضواغط والمفاتيح المختلفة والمتممات الحرارية والقواطع والمؤقتات الزمنية . . إلخ بعددين . العدد الموجود جهة اليمين يدل على نوع الريشة، والموجود جهة اليسار يدل على ترتيب الريشة داخل الجهاز . ويختلف العدد الموجود جهة اليمين حسب نوع الريشة مفتوحة أو مغلقة وأيضاً حسب نوع الجهاز، فريش التحكم المفتوحة بالكونتاكتورات والضواغط والمفاتيح المختلفة (مفاتيح الضغط – مفاتيح العوامات– مفاتيح درجة الحرارة – المفاتيح التقاربية . . إلخ) تأخذ الأعداد 4-3، والمغلقة تأخذ الأعداد2-1، أما ريش التحكم المفتوحة للمؤقتات الزمنية والمتممات الحرارية فتأخذ الأعداد 8-7 والمغلقة تأخذ الأعداد 6-5 .

٣– ترقم أطراف القلب المغناطيسى ذات الملف الواحد بالرموز A1-A2، وذات الملفين (A1-A2) أو (B1-B2) . والشكل (٢–١) يوضح نظام الترقيم لأجهزة التحكم المختلفة :


55 67
56 68
57 65
58 66
A1
A2
1 3 5
2 4 6
97 95
98 96
1 3 5
2 4 6
A1 13 31 41 23
A2 14 32 42 24
2 N/O + 2 N/C
A1 13 23 33 41
A2 14 24 34 42
3 N/O + 1 N/C
13 21 31 43
14 22 32 44

الشكل (٢-١)

الباب الثالث

التحكم فى المحركات الاستنتاجية

التحكم فى المحركات الاستنتاجية

٣ / ١ - المخططات الكهربية :

تتكون المخططات الكهربية لنظم التحكم من :

١- دوائر التحكم.　　　　٢- الدوائر الرئيسية.

وسوف نتناول ما سبق فى الفقرات التالية بالتفصيل.

٣ / ١ / ١ - دوائر التحكم Control circuits :

هذه الدوائر توضح مسار التيار لملفات تشغيل الكونتاكتورات والريليهات والمؤقتات الزمنية وكذلك لمبات البيان والأبواق.

وعادة يكون جهد دوائر التحكم مساويا لجهد الوجه للدوائر الرئيسية أو جهد الخط للدوائر الرئيسية أو جهد آخر صغير، ويمكن الحصول عليه باستخدام محول تحكم. وفيما يلى الجهود القياسية لدوائر التحكم.

.(24,48,110,127,220 V)

وهذه الجهود إما مستمرة أو متغيرة، وعادة ترسم ريش التحكم لأجهزة التحكم المستخدمة مثل: الكونتاكتورات والريليهات والمؤقتات الزمنية والضواغط والمفاتيح فى وضعها الطبيعى، فالمفتوحة طبيعيا NO ترسم مفتوحة، والمغلقة طبيعيا NC ترسم مغلقة إلا فى حالات قليلة، حيث يوضع سهم يشير لأعلى بجوار أى عنصر من عناصر دائرة التحكم ليدل على أنه تحت تأثير مؤثر خارجى. على سبيل المثال لو وضع سهم بجوار ملف ريلاى دل على أن هذا الملف يصله تيار كهربى، وإذا رسم هذا السهم بجوار ضاغط دل على أن الضاغط مضغوط عليه باليد، وبالتالى فإن حالة ريش الضاغط تكون معكوسة وهكذا وتستخدم المصهرات أو قواطع الدائرة الأتوماتيكية لحماية دوائر التحكم من القصر، ولكن عندما يزداد حجم دائرة التحكم، كأن يصبح عدد الملفات فى دائرة التحكم أكبرمن خمسة ملفات، تصبح

المصهرات وقواطع الدائرة الأتوماتيكية غير كافية لحماية دائرة التحكم، وفى هذه الحالة يستخدم محولات تحكم بالإضافة إلى وسائل الحماية السابقة وذلك لتقليل تيار القصر عند حدوثه نتيجة للمقاومة الداخلية الكبيرة للمحول، علماً بأن محول التحكم لا يختلف عن المحول العادى ذى الملفين المنفصلين إلا فى سعته المنخفضة.

ملاحظة:

يجب أن تتساوى جهود تشغيل ملفات الكونتاكتورات والمؤقتات الزمنية والأبواق ولمبات البيان المستخدم فى دائرة تحكم واحدة، وكذلك تساوى جهد مصدر دائرة التحكم.

٣ / ١ / ٢ - الدوائر الرئيسية Power circuits :

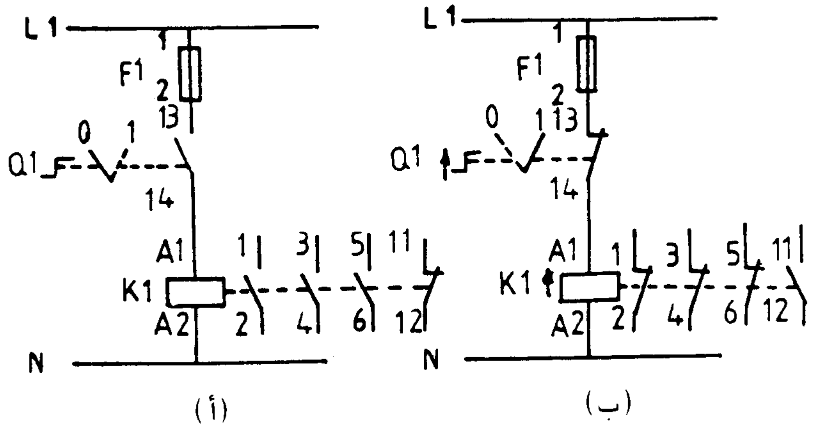
وهذه الدوائر توضح مسار التيار للأحمال الكهربية مثل: المحركات والسخانات ولمبات الإضاءة. ويظهر فى هذه الدوائر الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم (الكونتاكتورات والقواطع الأتوماتيكية وقواطع المحركات والمتممات الحرارية... إلخ) فى وضعها الطبيعى. وعادة تستخدم المصهرات أو القواطع الأتوماتيكية لحماية هذه الدوائر من القصر. ويستخدم المتمم الحرارى لحماية المحركات من زيادة الحمل وتستخدم قواطع المحركات لحماية المحركات من زيادة التيار ومن القصر، وترسم القواطع الأتوماتيكية وقواطع المحركات فى وضع off وتكون جميع أقطابها مفتوحة.

٣ / ٢ - نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى:

يمكن تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى بمفتاح له وضعا تشغيل أو بضاغط تشغيل يدوى، ولكل طريقة تشغيل خصائص مميزة لها ستتضح فى الفقرات التالية، علماً بأن التركيب الداخلى للكونتاكتور أو الريلاى مبين فى الشكل (١-١١).

٣ / ٢ / ١ - التشغيل والفصل بمفتاح له وضعا تشغيل

الشكل (٣-١ أ ،ب) يعرض دائرة تحكم تحتوى على ملف الكونتاكتور K1 ، ومفتاح التشغيل Q1، ومصهر الحماية F1 .

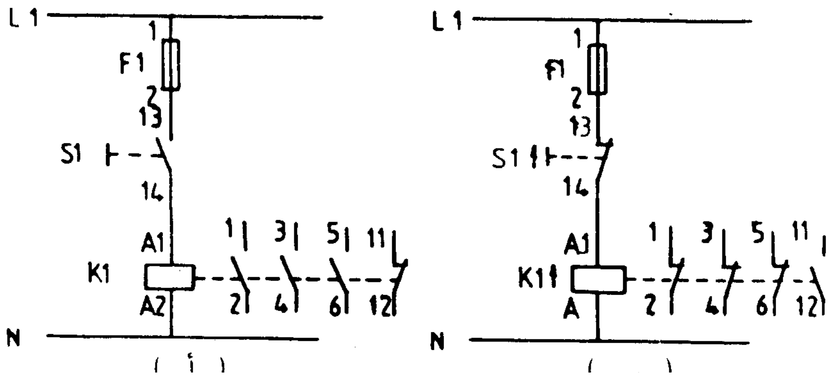


الشكل (٣-١)

أما الشكل (أ) فيعرض دائرة التحكم فى الحالة المعتادة عندما يكون وضع المفتاح Q1 على وضع 0. بينما الشكل (ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون وضع المفتاح Q1 على وضع 1 وفى هذا الوضع فإن ريشته المفتوحة ستصبح مغلقة وبالتالى يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1، فيتمغنط وينجذب الشق المتحرك فى القلب المغناطيسى تجاه الشق الثابت، فيتغير وضع ريشة التلامس للكونتاكتور، ويقال إن الكونتاكتور فى حالة تشغيل، وتصبح الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور مغلقة بدلا من كونها مفتوحة، ويتغير وضع ريش التحكم، فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيا مغلقة والعكس بالعكس. علما بأن الكونتاكتور K1 **يظل على هذه الحالة إلى** أن يتم إعادة المفتاح Q1 إلى وضع 0 فينقطع مسار التيار لملف الكونتاكتور وتعود جميع ريش التلامس (رئيسية وتحكم) إلى وضعها الطبيعى، ويقال إن الكونتاكتور فى حالة فصل .

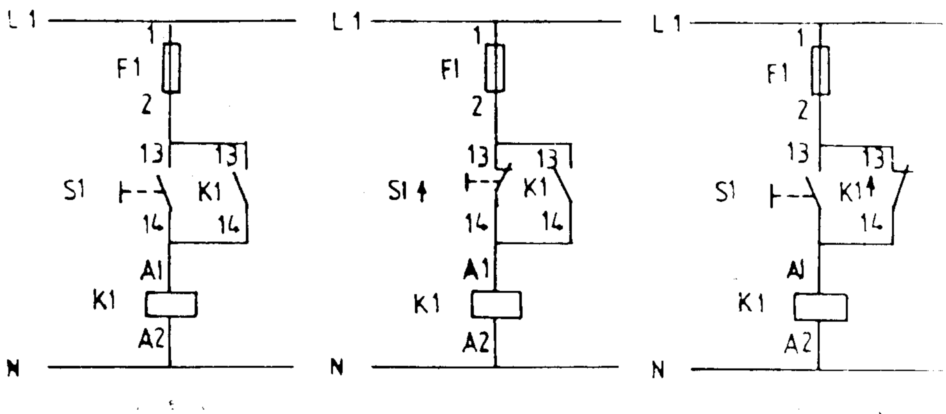
٣ / ٢ / ٢ - التشغيل والفصل بضاغط يدوى:

الشكل (٣-٢ أ،ب) يعرض دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K 1 باستخدم الضاغط اليدوى S1 .



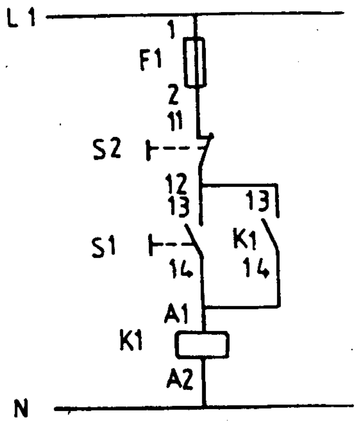
الشكل (٣-٢)

أما الشكل (أ) فيعرض دائرة التحكم فى الحالة المعتادة، بينما الشكل (ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون الضاغط S1 تحت تأثير ضغط يدوى، والفرق بينهما يشبه تماماً الفرق بين الشكلين (٣-١ أ،ب)، ولكن هناك ملاحظة وهى أنه للمحافظة على استمرارية تشغيل الكونتاكتور K1 عند استخدام ضاغط يدوى يلزم استمرارية الضغط على الضاغط S1 وهذا بالطبع يمثل مشكلة فى الحياة العملية. وحتى يمكن التغلب على هذه المشكلة استخدمت ريشة تحكم من الكونتاكتور K1 حيث يتم توصيل هذه الريشة بالتوازى مع الضاغط S1 كما هو واضح بالأشكال (٣-٣ أ، ب، ج) . فالشكل (٣-٣أ) يمثل دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K1 بضاغط تشغيل يدوى وريشة إبقاء ذاتى فى الحالة المعتادة.



(٣ ، ـ ٣)

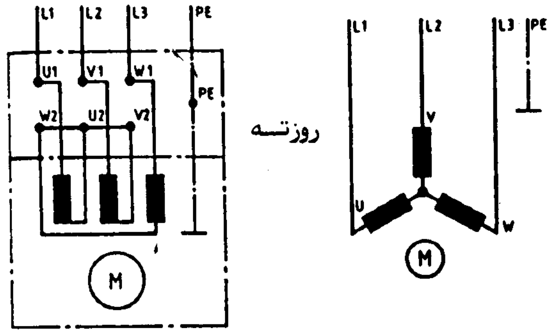
أما الشكل (٣-٣ب) فيعرض دائرة التحكم ولكن أثناء الضغط على الضاغط اليدوى S1، أما الشكل (٣-٣ج) فيعرض دائرة التحكم ولكن بعد تحرير الضاغط اليدوى. ويتضح من ذلك أن ريشة التحكم للكونتاكتور K1 عملت على الإبقاء الذاتى لمرور التيار الكهربى لملف للكونتاكتور K1 بعد إزالة الضغط على الضاغط اليدوى S1. ولكن بهذه الطريقة ظهرت مشكلة أخرى وهو عدم إمكانية فصل الكونتاكتور وللتغلب على هذه المشكلة يضاف ضاغط آخر للإيقاف كما هو موضح بالشكل (٣-٤). حيث إن S1 ضاغط التشغيل، S2 ضاغط الإيقاف، الريشة K 1 هى ريشة الإمساك الذاتى لمسار التيار وهى أحد ريش التحكم للكونتاكتور K1 .



الشكل (٣-٤)

٣ / ٣ - تشغيل وإيقاف محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه :

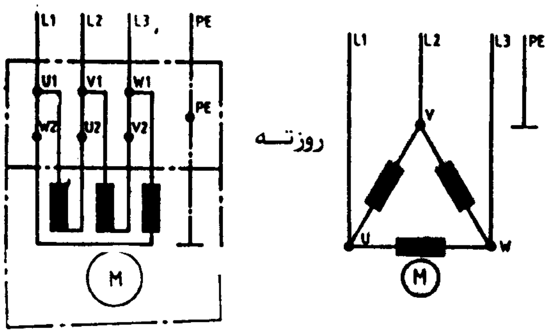
عادة تعمل المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابى عند جهدين مختلفين، فإذا كان جهد التشغيل المكتوب على لوحة بيانات المحرك هو 220/380VΔ/Y دل ذلك على أن المحرك يجب أن توصل ملفاته دلتا إذا كان جهد المصدر الثلاثى الأوجه 220V وتوصل ملفات المحرك نجما إذا كان جهد المصدر الثلاثى الأوجه 380V. والشكل (٣-٥ أ) يبين شكل ملفات المحرك الموصلة نجما وكيفية تحقيق توصيلة النجما على روزتة المحرك.



الشكل (٣ - ٥أ)

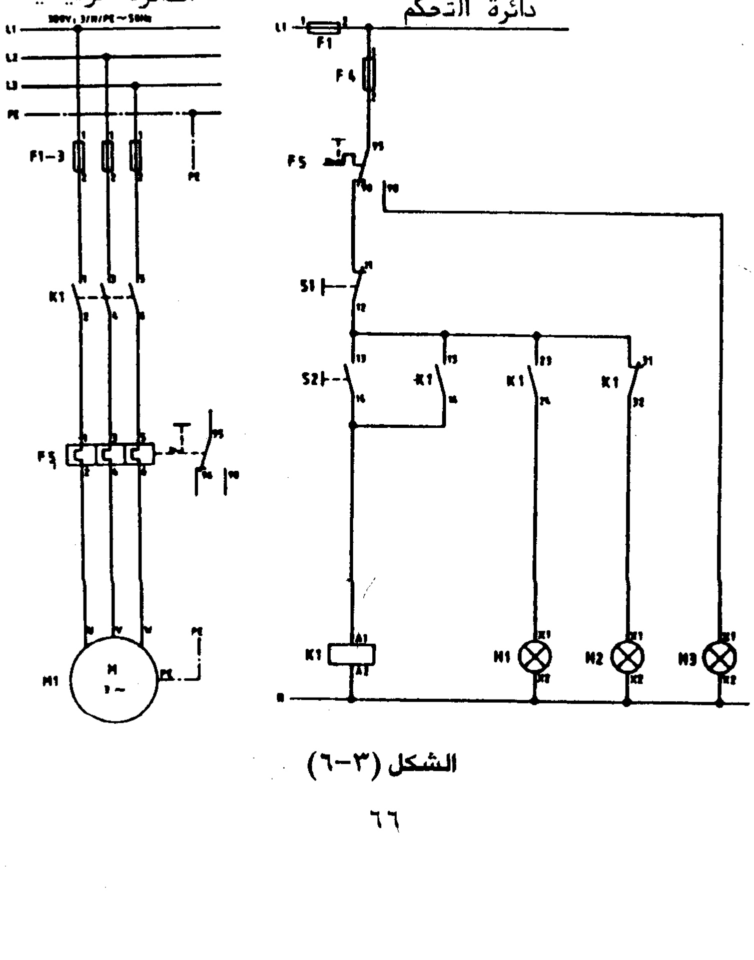
والشكل (٣-٥ ب) يبين شكل ملفات المحرك الموصلة دلتا وكيفية تحقيق توصيلة الدلتا على روزتة المحرك.

ويلاحظ أن للمحرك ستة أطراف وهم(U1,V1,W1) (U2,V2,W2) ففي توصيله النجما تقصر الأطراف (U 2 , V 2 , W 2) وتوصل



(الشكل ٣ - ٥ب)

الأطراف (U1,V1,W1) بالمصدر الكهربى وفي توصيله الدلتا تقصر الأطراف (U1 - W) و (V1 - U2) و (W1 - V2)وتوصل الأطراف (U1,V1,W1) بالمصدر الكهربى.



الشكل (٣-٦)

وفى الشكل (٣-٦) المخطط الكهربى لتشغيل وإيقاف محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى ثلاثى الأوجه مستخدما الرموز الألمانية الحديثة، وكما هو واضح من هذا الشكل أن المخطط الكهربى يتكون من دائرة تحكم ودائرة رئيسية.

محتويات المخطط :

١- ثلاثة مصهرات أحادية القطب لحماية الدائرة الرئيسية للمحرك من القصر F1- F2 - F3 .

٢- الكونتاكتور K1، والذى يقوم بوصل وفصل التيار الكهربى عن المحرك M1 .

٣- المتمم الحرارى F5 ، والذى يقوم بحماية المحرك من زيادة الحمل.

٤- مصهر أحادى القطب F4 ، والذى يقوم بحماية دائرة التحكم للمحرك من القصر.

٥- ضاغط إيقاف S1 وضاغط تشغيل S2.

٦- لمبة بيان التشغيل H1 ولمبة بيان التوقف H2 ولمبة بيان زيادة الحمل H3 .

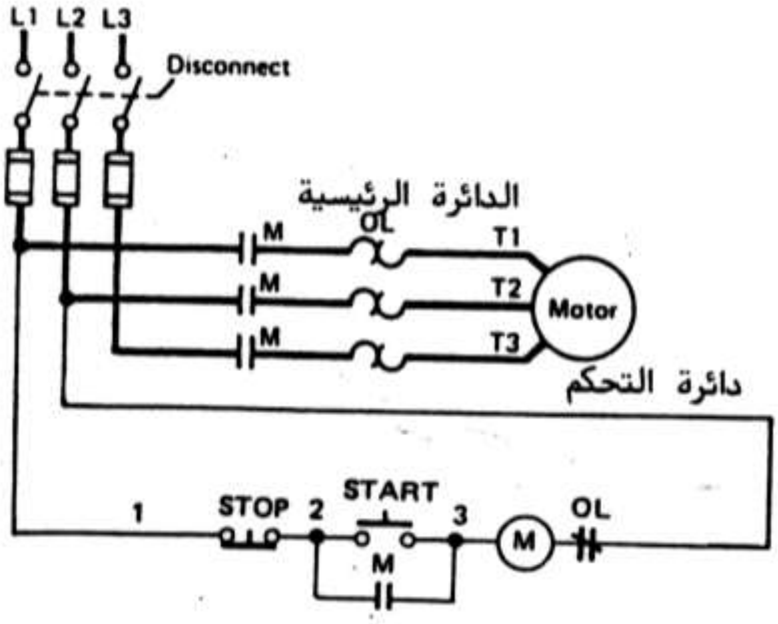
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 للحظة تنغلق الريشة S2/13-14 فيكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 ويتمغنط، وتباعاً يعمل الكونتاكتور K1 فتنغلق الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور والموجودة فى الدائرة الرئيسية ويدور المحرك، وكذلك تنغلق الريشة K1/13-14 والموجودة فى الدائرة التحكم فيحدث إمساك ذاتى لمسار التيار عندما يزال الضغط عن الضاغط S1، وتضىء اللمبة H1 نتيجة لغلق الريشة K1/23-24 . ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S1 للحظة فينقطع مسار التيار عن الملف K1، فتعود الريش الرئيسية والريشة المساعدة لهذا الكونتاكتور لوضعها الطبيعى ويتوقف المحرك. وبعد إزالة الضغط عن S1 تعود الريشة S1/11-12 مغلقة مرة أخرى فتضىء اللمبة H3 لتدل على أن المحرك متوقف.

وإذا حدث زيادة فى الحمل على المحرك أثناء دورانه يقوم المتمم الحرارى F5 بعكس حالة ريشة فتصبح الريشه، F5/95-96 مفتوحة فينقطع مسار التيار عن K1 وفى نفس الوقت تغلق الريشة F5/95-98 فيكتمل مسار التيار للمبة الخطأ H3 وتضىء دلالة على أن المحرك فصل نتيجة لزيادة الحمل عليه.

ولتحرير المتمم الحرارى نقوم بالضغط على ضاغط تحريره، فتعود الريشة القلاب للمتمم الحرارى F5/95-96-98 لوضعها الطبيعى الموضح بدائرة التحكم.

أما الشكل (٣-٧) فيعرض المخطط الكهربى لتشغيل وإيقاف محرك باستخدام الرموز الأمريكية.



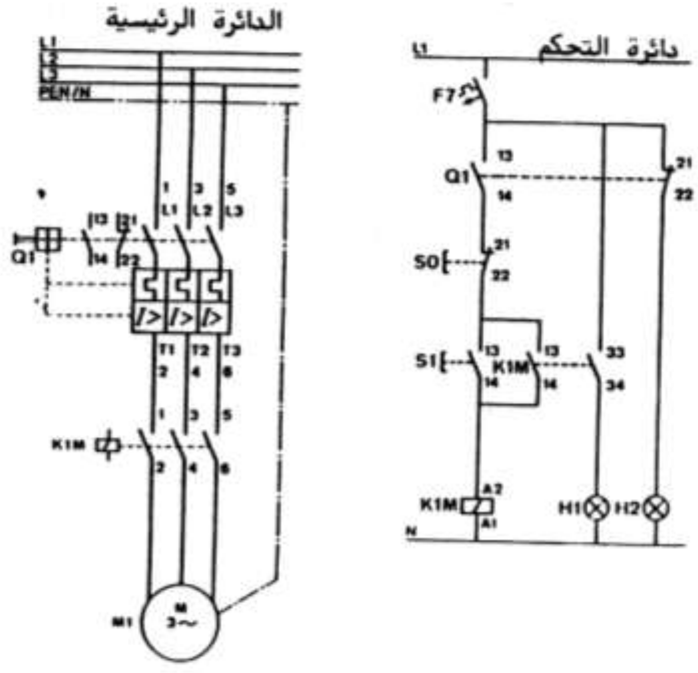
محتويات المخطط :

- سكينة رئيسية disconnect .
- مصهرات رئيسية لحماية الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم.
- متمم حرارى OL .
- كونتاكتور M .
- ضاغط تشغيل start .
- ضاغط إيقاف stop .

نظرية التشغيل:

توضع السكينة الرئيسية على وضع ON، وعند الضغط على الضاغط start يكتمل مسار التيار لملف الكانتاكتور M، وبالتالى يدور المحرك Motor ، وفى نفس اللحظة يحدث إمساكًا ذاتى لمسار التيار لملف الكونتاكتور M بواسطة الريشة المفتوحة M والموصلة بالتوازى مع ضاغط التشغيل Start، وعند الضغط على ضاغط الإيقاف Stop ينقطع مسار التيار عن ملف الكونتاكتور M ويتوقف المحرك .

أما الشكل (٣-٨) فيعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وإيقاف محرك مستخدما قاطع محركات بدلاً من المتمم الحرارى والمصهرات باستخدام الرموز الألمانية الحديثة، ولتشغيل المحرك M1 يوضع القاطع Q1 على وضع ON، ثم نضغط على الضاغط S1 فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1M .



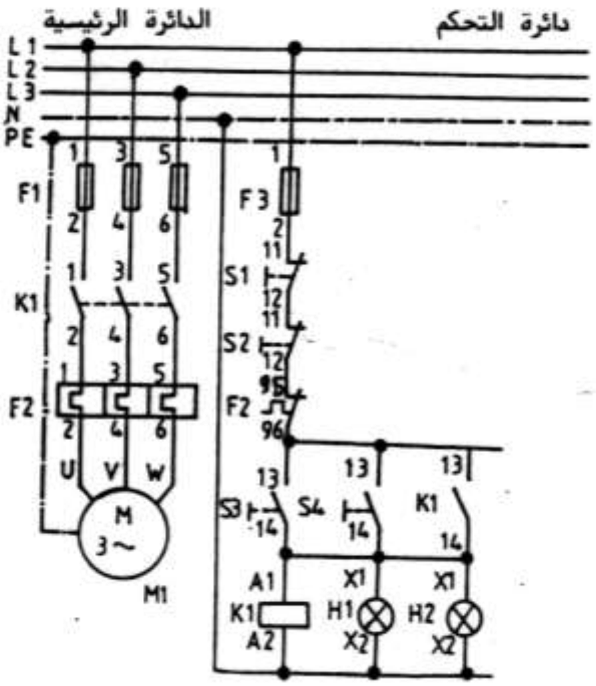
الشكل (٣-٨)

ويدور المحرك M1 وتضيء اللمبة H1، وعند زيادة الحمل على المحرك أو حدوث

قصر على أطراف المحرك يقوم القاطع Q1 بفصل الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم فى نفس الوقت فيتوقف المحرك وتنطفئ اللمبة H1، بينما تضىء اللمبة H2 . ويمكن إيقاف المحرك فى الوضع المعتاد بالضغط على الضاغط SO .

٣ / ٣ / ١ - تشغيل وإيقاف محرك من مكانين مختلفين :

أحياناً يلزم الأمر تشغيل وإيقاف المحركات من مكانين مختلفين، ولتحقيق ذلك يستخدم ضاغطين للتشغيل، وضاغطين للإيقاف وعدد 2 لمبة تشغيل. والشكل (٣-٩) يوضح الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وفصل محرك من مكانين مختلفين بإستخدام الرموز الألمانية الحديثة.

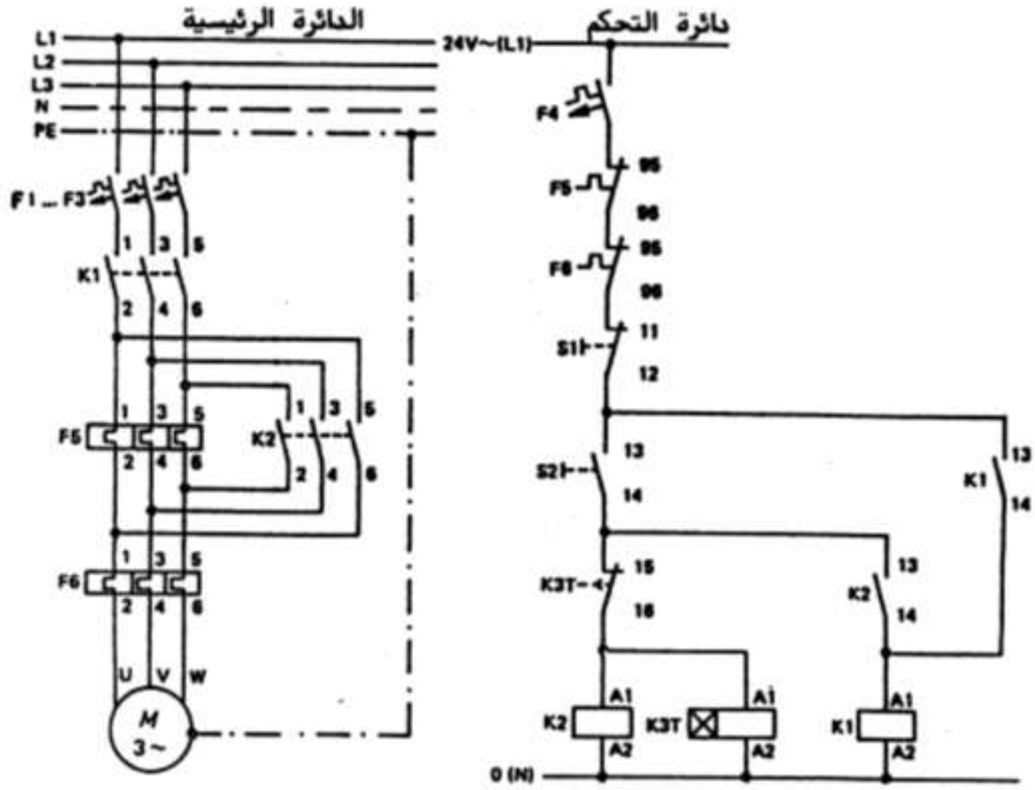


الشكل (٣-٩)

علماً بأن شكل وحدة التحكم من بعد والمستخدمة فى تشغيل المحرك موضحة بالشكل (١-٢١) . حيث إن ضواغط الإيقاف هى S2,S1 ويوصلان معاً على التوالى، أما ضواغط التشغيل فهما S3,S4 ويوصلان معاً على التوازى، ولمبات بيان التشغيل هما H1,H2 ويوصلان معاً على التوازى .

٣ / ٣ / ٢ - البدء بمتمم حرارى والدوران بمتمم آخر

يستلزم الأمر أحيانا استعمال عدد 2 متمم حرارى للمحرك الواحد، أحدهما للبدء، والآخر للتشغيل المعتاد، وذلك لأن تيار البدء كبير مقارنا بتيار التشغيل العادى الأمر الذى يستحيل عنده استخدام متمم حرارى واحد .



الشكل (٣-١٠)

ولذلك يتم عمل قصر على المتمم الحرارى الخاص بالتشغيل المعتاد أثناء بدء المحرك، وبعد إتمام عملية البدء بنجاح يزال القصر ويصبح المتممان الحراريان موصلين معاً على التوالى مع المحرك، ولكن الفعال هو الثانى لصغر تيار الفصل له مقارنا بالأول. والدائرة الرئيسية ودائرة التحكم اللتان تحققان ذلك موضحتان بالشكل (٣-١٠) باستخدام الرموز الألمانية الحديثة.

محتويات المخطط الكهربى:

١- ثلاثة قواطع دائرة أتوماتيكية أحادية القطب F1,F2,F3 لحماية الدائرة الرئيسية من القصر.

٢- عدد 2 كونتاكتور الأول K1 لوصل وفصل التيار الكهربى للمحرك M1، والثانى K2 لعمل قصر على المتمم الحرارى الخاص بالتشغيل عند البدء .

٣- متمم حرارى للتشغيل F5، ومتمم حرارى للبدء F6 .

٤- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه M1 .

٥- قاطع دائرة أتوماتيكية أحادى القطب F4 لحماية دائرة التحكم من القصر.

٦- ضاغط إيقاف S1 وضاغط تشغيل S2.

٧- مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل K3T ويقوم بالتحكم فى زمن القصر على المتمم الحرارى الخاص بالتشغيل المعتاد.

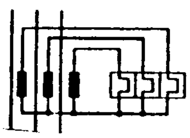
نظرية التشغيل:

فى البداية توضع القواطع الأتوماتيكية F1,F2,F3,F4 على وضع ON، وعند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لكلٍّ من ملف الكونتاكتور K2 والمؤقت الزمنى K3T فيتمغنطان، ويعمل الكونتاكتور K2 فتتغير حالة ريش تلامسه وينتج عن ذلك غلق الريشة K2/13-14 فيكتمل مسار التيار فى الدائرة الرئيسية عبر الأقطاب الرئيسية لكل من القواطع الأتوماتيكية F1,F2,F3، والكونتاكتور K1،

والكونتاكتور K2، والمتمم الحرارى F6، ولكن بعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى K3T يتغير حالة ريش التلامس لهذا المؤقت فتفتح الريشة K3T/15-16 فينقطع مسار التيار عن ملف الكونتاكتور K2، ويتحول الكونتاكتور لحالة الفصل ويصبح المتمم الحرارى F5 على التوالى مع المتمم الحرارى F6 ، وحيث إن تيار الفصل المعاير عليه المتمم الحرارى F5 أصغر بكثير من تيار الفصل المعاير عليه المتمم الحرارى F6؛ لذا فإن F5 هو الفعال أثناء التشغيل المعتاد. علماً بأن تيار البدء المباشر للمحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى تساوى 6 مرات تقريباً من تيار التشغيل المعتاد.

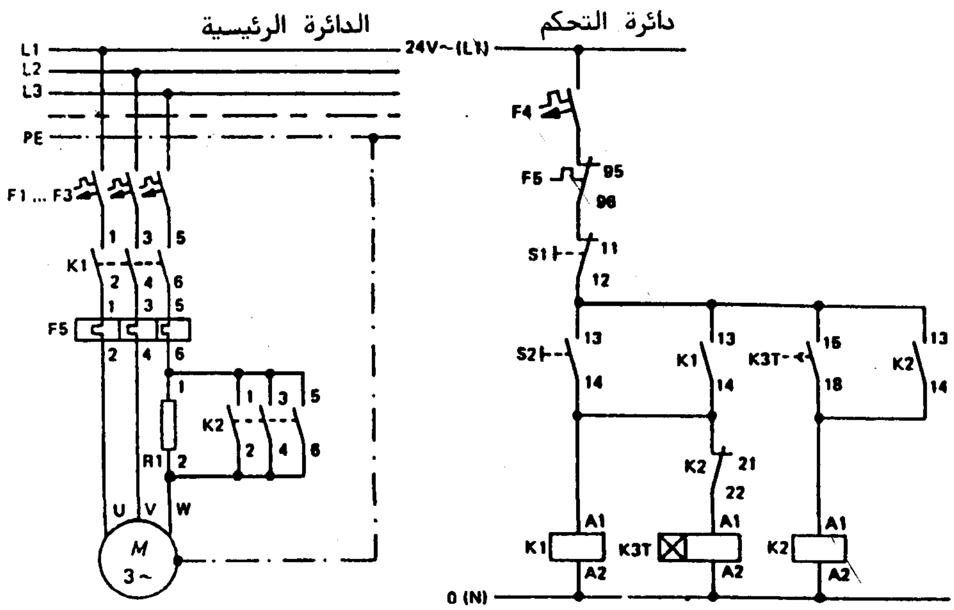
ملاحظة:

توجد متممات حرارية تحتوى على محولات تيار، وتستخدم هذه المتممات لحماية المحركات الكبيرة من زيادة الحمل. وفى الرسم المقابل رمز المتمم الحرارى بمحولات تيار (بالنظام الألمانى).



٣ / ٣ / ٣- البدء بسرعة بطيئة (دائرة كوزا):

أحيانا يلزم الأمر بدء حركة المحرك بسرعة بطيئة لإدارة بعض الأحمال الخاصة على سبيل المثال ماكينات النسيج خوفاً من قطع الخيط، ويستخدم فى ذلك دائرة كوزا نسبة لمخترعها حيث يتم إدخال مقاومة مع أحد الأوجه، فيقل بالتالى عزم البدء للمحركات وتباعا تقل سرعة البدء. وفى الشكل (٣-١١) دائرتا التحكم والدائرة الرئيسية لكوزا باستخدام الرموز الألمانية الحديثة.



الشكل (٣-١١)

نظرية التشغيل:

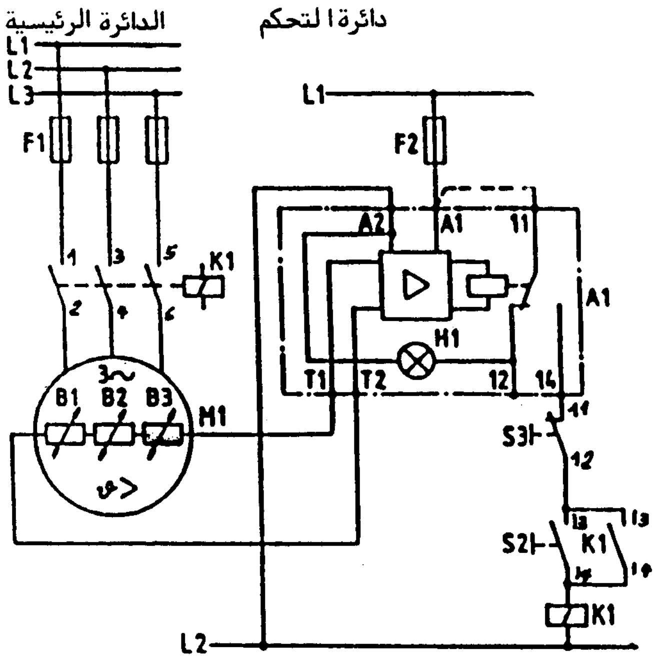
عند الضغط على الضاغط اليدوى S2 يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1، والمؤقت الزمنى K3T فتنغلق الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور K1 فيكتمل مسار التيار للمحرك ماراً بالمقاومة R1، وعند تحرر الضاغط اليدوى S2 يستمر مسار التيار للكونتاكتور K1، والموقت الزمنى K3T من خلال ريشة الإمساك الذاتى K1/13-14، وبعد مرور زمن البدء والمعاير عليه المؤقت الزمنى K3T تنغلق الريشة K3T/15-18 مؤدية إلى اكتمال مسار التيار لملف الكونتاكتور K2 فتنغلق الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور K2 محدثة قصر على المقاومة R1 فتخرج من الدائرة ويدور المحرك بسرعته العادية، وفى نفس الوقت تنفتح الريشة k2/21-22 مؤدية إلى انقطاع

مـسـار التـيـار عن K3T فـتـعـود ريشـة التـلامس K3T/15-18 لوضـعـهـا الطبـيـعى أى مفتوحة ولكن يتغير مسار التيار لملف الكونتاكتور K2، فبدلاً من مرور التيار عبر الريشـة K3T/15-18 يمـر فى الريشـة K2/13-14 فيسـتمر بذلك عـمل الكونتاكـتور K2، وعند الضـغط على الضـاغط اليـدوى S1 ينقطع مـسـار التـيـار عن ملف الكونتاكتور K2 و K1 ويتوقف المحرك.

٣ / ٣ / ٤ - تشغيل محرك مزود بحماية ضد زيادة درجة الحرارة :

ويستخدم فى ذلك متممات درجة الحرارة التى تقوم بحماية المحرك من ارتفاع درجة حرارتها نتيجة لسوء التهوية أو لتعطل نظام التبريد لها.

وحتى تستطيع هذه المتممات من أداء وظيفتها توصل مع مجسات تدفن مع ملفات المحرك، بحيث يدفن مجس لكل وجه، وتوصل هذه المجسات معًا على التوالى. وتصنع هذه المجسات من معادن تزداد مقاومتها بارتفاع درجة حرارتها PTC. ويوجد عدة أنواع من هذه المتممات منها ما يحدث له تحرر ذاتى عندما تنخفض درجة حرارة المحرك، ومنها ما له ذاكرة ولن يتحرر تلقائيًا بل يتحرر بعد انخفاض درجة حرارة المحرك والضغط على زر التحرير للمتمم وبعد ذلك يمكن إعادة تشغيل المحرك مرة أخرى. والدائرة التى سوف نستعرضها الآن تستخدم متمم درجة حرارة من النوع الأول الذى يتحرر تلقائياً بمجرد انخفاض درجة حرارة المحرك. والدائرة الرئيسية ودائرة التحكم موضحتان بالشكل (٣-١٢) باستخدام الرموز الألمانية الحديثة وكما هو واضح من الدائرة الرئيسية أن المجسات B1, B2, B3 توصل بالتوالى مع النقطتين T1, T2 لمتمم درجة الحرارة (A1) ويوصل طرفا المتمم A1, A2 مع طرفا جهد التحكم.



الشكل (٣-١٢)

نظرية التشغيل:

بمجرد توصيل المصدر الكهربى بالدائرة الرئيسية ودائرة التحكم يتغير وضع الريشة القلاب A1/11-12-14 فتنغلق الريشة A1/11-14 وتنفتح الريشة A1/11-12، وعند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 فتنغلق أقطابه، وبالتالى يدور المحرك وفى نفس الوقت يحدث إمساك ذاتى لمسار التيار بواسطة الريشة K1/13-14. ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S3، أما إذا ارتفعت درجة حرارة المحرك أثناء تشغيله يعود وضع الريشة القلاب A/11-12-14 لوضعها الطبيعى فيتوقف المحرك فى الحال، وعند الضغط على الضاغط S2 بعد عودة درجة الحرارة لوضعها الطبيعى يدور المحرك فى الحال وذلك لأن الريشة القلاب A1/11-12-14 تعود لوضعها الطبيعى أى تنغلق الريشة A1/11-14 من جديد.

ملاحظة:

أحيانًا يرمز لأطراف مجسات درجة الحرارة بالرموز P1, P2 بدلاً من T1, T2 .

٣/٣/٥ - متمم حماية المحركات الالكترونية:

Electronic Motor - Protection Relay

إن متمم حماية المحركات الالكترونية جهاز متكامل يوفر الحمايات التالية للمحركات:

١ - حماية ضد زيادة الحمل.

٢ - حماية ضد القصر.

٣ - بيان لزيادة التيار (بواسطة جهاز قياس يوصل به).

٤ - حماية ضد فقدان أحد الأوجه.

٥ - حماية ضد عدم اتزان الأوجه الثلاثة.

٦ - حماية ضد ارتفاع درجة حرارة المحركات.



وفى الرسم المقابل رمز متمم حماية محركات الكترونى طراز CEFI والمصنع بشركة SPRECHER + SCHAH.

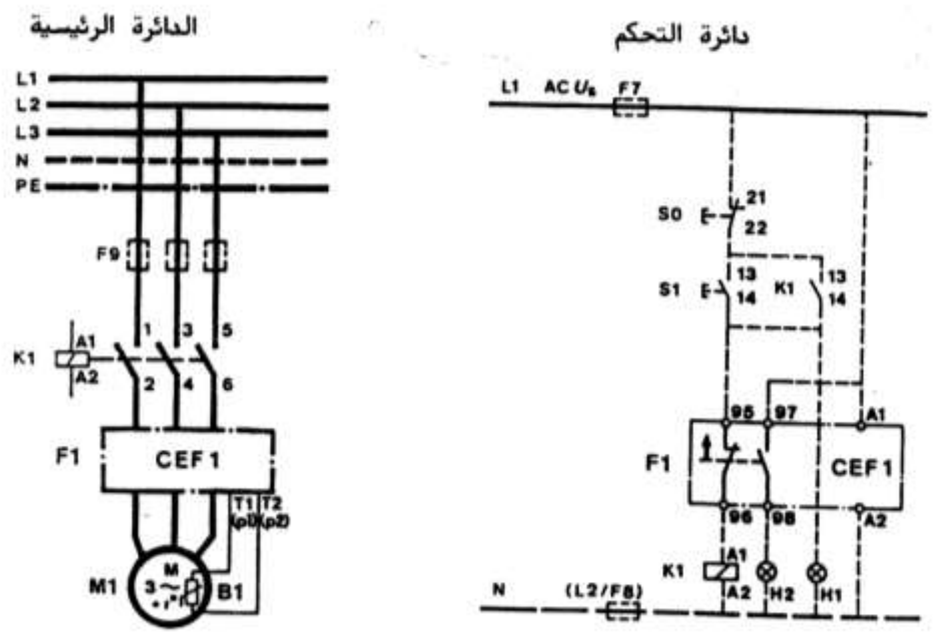
ويتميز هذا المتمم بأن له أماكن لضبط كل من:

١ - تيار الفصل الذى يفصل عنده المحرك عند زيادة الحمل.

٢ - زمن الفصل الذى يفصل بعده المحرك عند وصول التيار إلى ست مرات من تيار التشغيل المعتاد.

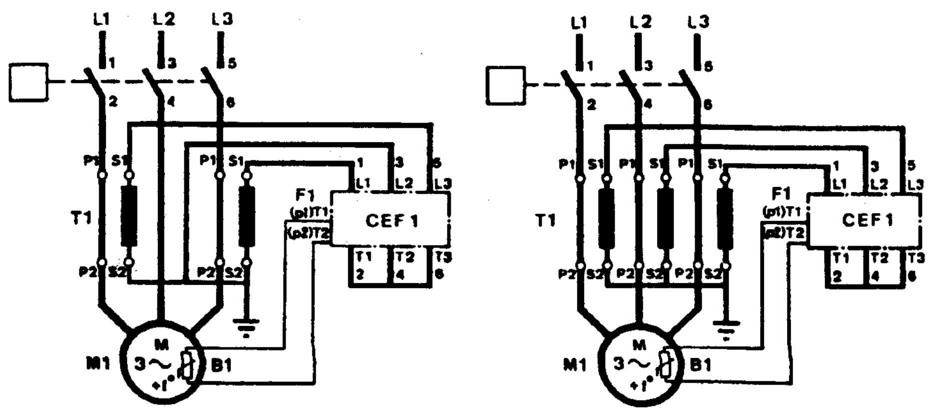
٣ - زمن التحرير وهو يساوى الزمن اللازم لتبريد المحرك حتى يعاد للخدمة مرة أخرى. وتعتمد نظرية عمل متمم حماية المحركات الإلكترونى فى الحماية ضد ارتفاع درجة الحرارة على حساب درجة حرارة المحرك من التيار المسحوب، وكذلك على درجة الحرارة الفعلية التى يتم الحصول عليها بواسطة مجسات درجة الحرارة PTC.

والشكل (٣-١٣) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لحماية المحرك M1 بواسطة متمم حماية المحركات الإلكترونى F1 حيث إن الأطراف T1, T2 توصل بمجسات درجة الحرارة H1 لمبة بيان التشغيل H2 لمبة بيان الخطأ.



الشكل (٣-١٣)

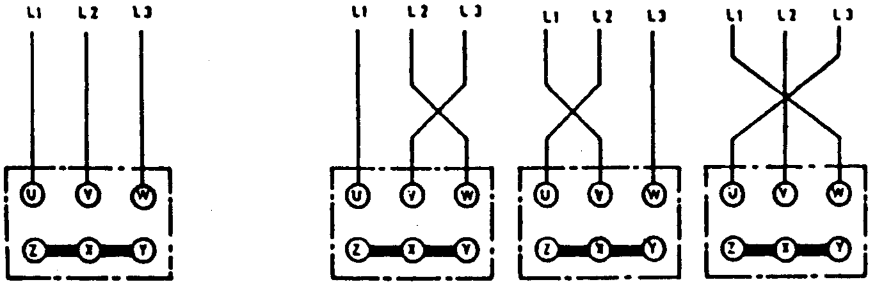
أما بالنسبة للمحركا ... كبير فتستخدم محولات تيار
توصل بالمتمم الالكترونى كما بالشكل (٣-١٤)



الشكل (٣-١٤)

٣ / ٤ - عكس حركة محرك ثلاثى الأوجه :

لعكس حركة محرك ثلاثى الأوجه يجب أن نبدل طرفين من أطراف المحرك الموصلة بالمصدر وذلك لعكس اتجاه المجال الدوار داخل فراغ الآلة . والشكل (٣–١٥) يوضح كيفية عكس حركة محرك ثلاثى الأوجه موصل نجما باستخدام الرموز الألمانية القديمة .



طرق توصيل الموصلات الخارجية للدوران جهة اليسار — طريقة توصيل الموصلات الخارجية للدوران جهة اليمين

الشكل (٣–١٥)

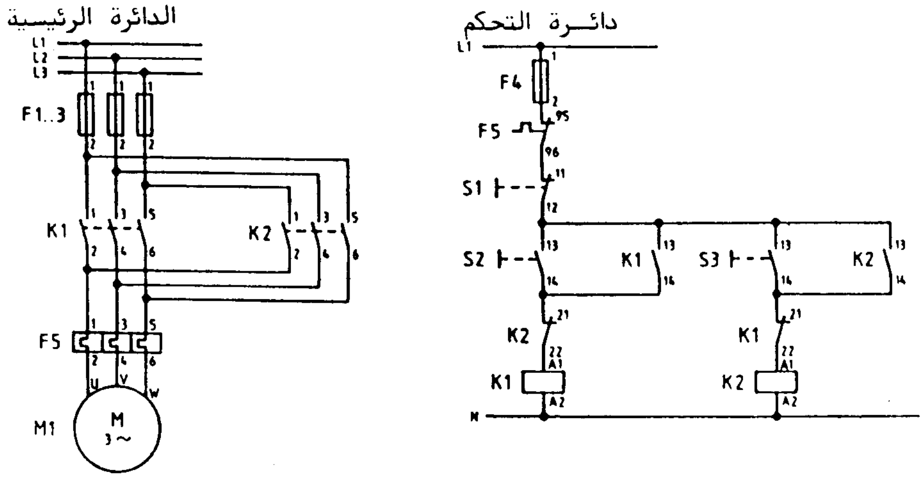
علماً بأن عملية عكس الحركة تتم إما من خلال مفتاح دوار لعكس الحركة (سيتناول فيما بعد) ، أو من خلال التحكم الكهرومغناطيسى بالكونتاكتورات ، ويمكن عكس الحركة بطريقتين مختلفتين وهما :

١ – عكس حركة بتوقف .

٢ – عكس حركة بدون توقف .

٣ / ٤ / ١ - عكس حركة محرك بتوقف :

فى الشكل (٣–١٦) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك استنتاجى بتوقف وذلك بالرموز الألمانية الحديثة .



الشكل (٣-١٦)

محتويات المخطط الكهربى (دائرة التحكم - الدائرة الرئيسية) :

١ - ثلاثة مصهرات أحادية القطب F1, F2, F3 لحماية الدائرة من القصر.

٢ - عدد 2 كونتاكتور K1 لتشغيل المحرك جهة اليمين، K2 لتشغيل المحرك جهة اليسار.

٣ - متمم حرارى F5 لحماية المحرك من زيادة الحمل.

٤ - محرك استنتاجى ذو قفص سنجابى ثلاثى الأوجه M1.

٥ - المصهر F4 أحادى القطب لحماية دائرة التحكم من القصر.

٦ - ضاغط إيقاف S1، وضاغط تشغيل جهة اليمين S2، وضاغط تشغيل جهة اليسار S3.

نظرية التشغيل:

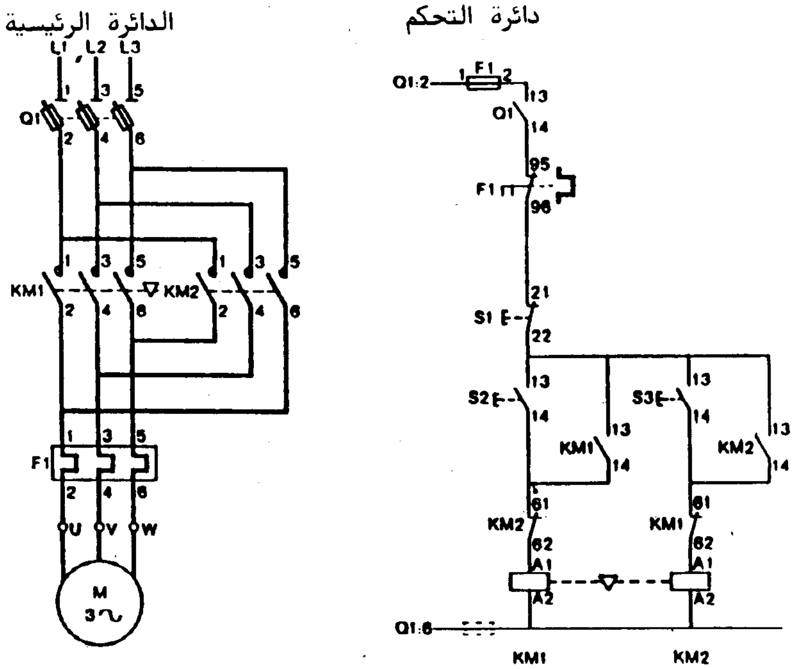
عند الضغط على الضاغط اليدوى S2 يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 فتنغلق أقطابه الرئيسية ويدور المحرك جهة اليمين، وفى نفس الوقت تنغلق ريشة الإمساك الذاتىK1/13-14 فتحافظ على اكتمال مسار التيار حتى بعد تحرر الضاغط S2. وعند الضغط عل الضاغط S1 ينقطع مسار التيار لملف K1 فيتوقف المحرك فى الحال. وعند الضغط على الضاغط اليدوى S3 يكتمل مسار التيار لملف K2 فتنغلق

الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور K2 ويدور المحرك جهة اليسار، وفى نفس الوقت تنغلق ريشة الإمساك الذاتى K2/13-14 فتحافظ على اكتمال مسار التيار حتى بعد تحرر الضاغط S3.

ملاحظة:

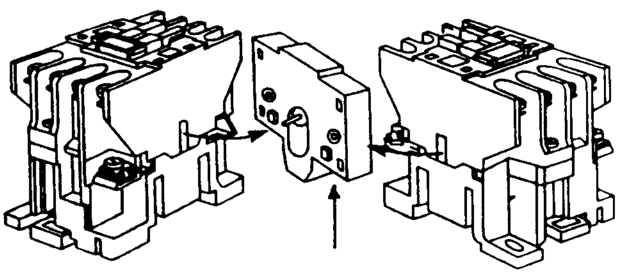
دائرة التحكم الموضحة بالشكل (٣-١٦) تحتوى على ربط كهربى بين الكونتاكتور K1 والكونتاكتور K2 وذلك بوضع ريشة مغلقة من K1 في مسار التحكم لبوبينة K2 والعكس صحيح. الأمر الذى يمنع الاثنين أن يعملا معاً حتى و لو قام المشغل بالضغط على ضاغطى التشغيل جهة اليمين وجهة اليسار معاً فى نفس اللحظة.

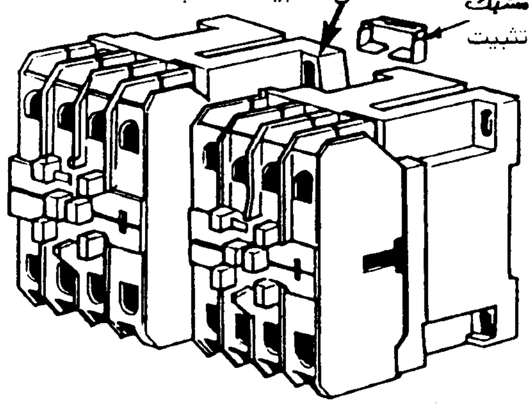
وأحياناً لزيادة الأمان تستخدم كونتاكتورات بينها ربط ميكانيكى لمنع تشغيل كونتاكتور اليمين واليسار معاً حتي ولو اكتمل مسار التيار لهما في وقت واحد. ففي الشكل (٣-١٧) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك ثلاثى الأوجه بتوقف، ولكن باستخدام عدد 2 كونتاكتور بينهما ربط ميكانيكى مستخدما الرموز العالمية.



الشكل (٣-١٧)

أما الشكل (٣-١٨) فيوضح طريقة تجهيز عدد2 كونتاكتور بينهما ربط ميكانيكى .





الشكل (٣-١٨)

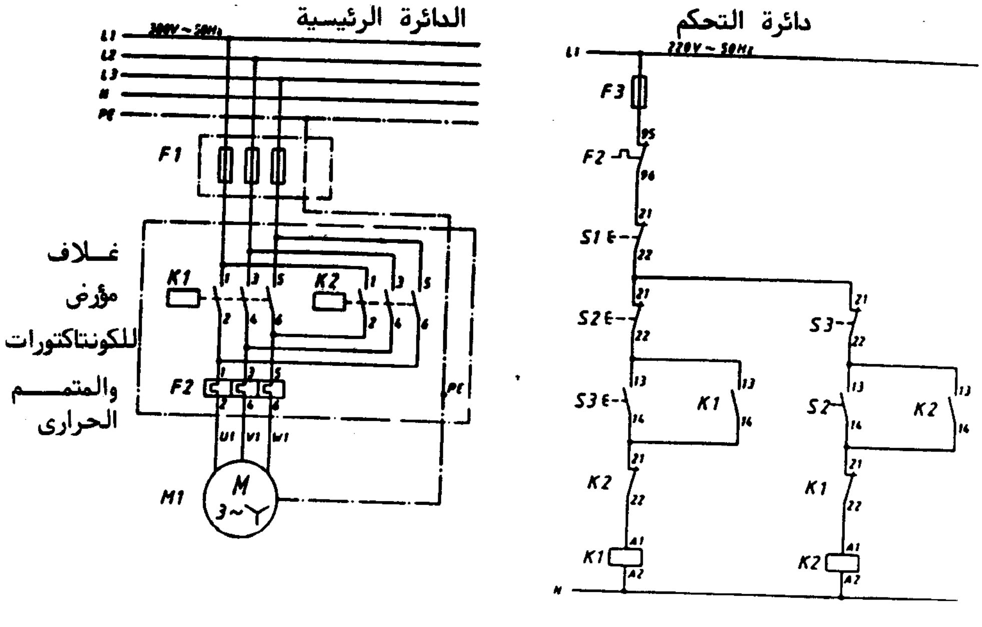
٣ / ٤ / ٢ - عكس حركة محرك بدون توقف :

الشكل (٣-١٩) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك بدون توقف وذلك بالرموز الألمانية الحديثة .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط التشغيل جهة اليمين S3 فإن مسار التيار لملف الكونتاكتور k1 سوف يكتمل، فتنغلق الأقطاب الرئيسة له وبالتالى يدور المحرك جهة اليمين، وفى نفس الوقت تنغلق الريشة المفتوحة للكونتاكتور k1/13-14 والتى تقوم

بالحفاظ على مسار التيار حتى بعد تحرر الضاغط S3. وعند الضغط على الضاغط S2 فإن الريشة المغلقة S2/21-22 ستصبح مفتوحة، وبالتالى ينقطع مسار التيار لملف الكونتاكتور فيتوقف المحرك ولكن فى نفس اللحظة يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K2 فتنغلق أقطابه الرئيسية ويدور المحرك جهة اليسار، وأيضاً تنغلق ريشة الإمساك الذاتى للكونتاكتور K2 فيستمر مسار التيار لملف الكونتاكتور K2 مكتملاً حتى بعد تحرر الضاغط S2. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار عن دائرة التحكم فى الحال فيتوقف المحرك سواء كان دائراً جهة اليمين أو اليسار.



الشكل (٣-١٩)

ملاحظة:

الضاغطان S2,S3 لكل منهما ريشتان، أحدهما NO والأخرى NC، وعند الضغط على أحد الضاغطين فإن الريش الخاصة به سوف ينعكس وضعها أى تصبح المفتوحة طبيعياً مغلقة والمغلقة طبيعياً مفتوحة.

٣ / ٥- دوائر المحركات الاستنتاجية ذات السرعات المتعددة :

هناك عدة طرق للحصول على السرعات المتعددة كهربياً وهى كالآتى :

١- باستخدام محركات استنتاجية ذات قفص سنجابى تحتوى على مجموعتين من الملفات المنفصلة، توصل كلٌ منهما على شكل نجما، بحيث إن عدد أقطاب المجموعة الأولى من الملفات يختلف عن عدد أقطاب المجموعة الثانية من الملفات، وبتغيير عدد أقطاب المحرك يمكن الحصول على سرعتين مختلفتين.

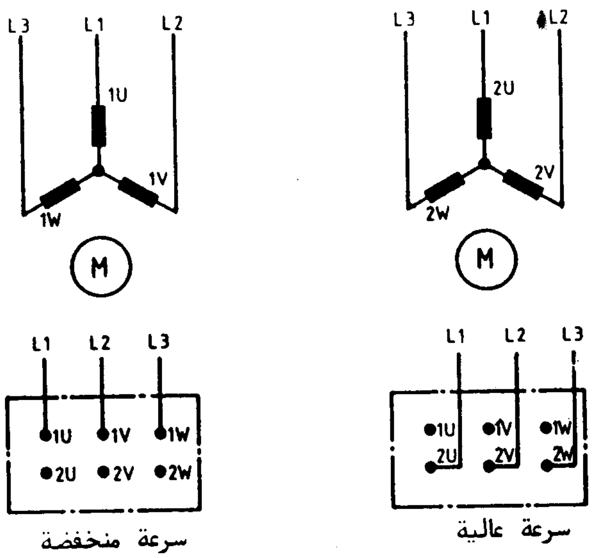
والقانون الآتى يوضح العلاقة بين السرعة وعدد الأقطاب والتردد :

$$N = 120F/P \quad r.p.m$$

حيث إن : N هى سرعة المحرك (لفة / دقيقة) وذلك إذا أهمل الانزلاق، أما F فهى تردد المصدر بالهيرتز، Pهى عدد أقطاب ملفات المحرك.

والشكل (٣-٢٠) يبين طريقة توصيل أطراف المصدر الكهربى بملفات المحرك Y/Y وكذلك بروزتة المحرك للحصول على سرعتين مختلفتين إحداهما عالية والأخرى منخفضة.

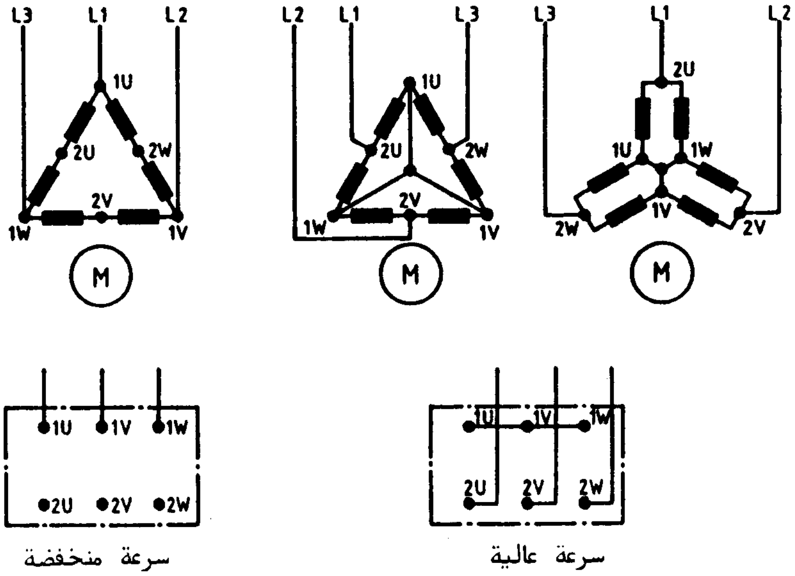
٢- باستخدام محركات دالندر وهى محركات استنتاجية ذات قفص سنجابى تحتوى على مجموعة واحدة من الملفات، ولكن يمكن توصيلها بطريقتين مختلفتين للحصول على عددين مختلفين للأقطاب، ومن ثم يمكن الحصول على سرعتين مختلفتين. علماً بأن النسبة بين السرعتين التى يتم الحصول عليهما من هذا المحرك هى 1:2 وتسمى هذه المحركات بمحركات دالندر نسبة لمخترعها.



الشكل (٣-٢٠)

ولقد قام العالم دالندر بعمل تصميمات مختلفة للحصول على سرعتين النسبة بينهما 1:2 ولكن تختلف هذه التصميمات فى قيم كلٍّ من العزوم والقدرات التى يتم الحصول عليها فى السرعة العالية والمنخفضة. وفيما يلى الأنواع المختلفة لتوصيلات دالندر:

أ – توصيلة Δ/YY ، وهى أشهر هذه التصميمات انتشارا وهى موضحة بالشكل (٣-٢١) حيث يوصل المحرك YY فى السرعة العالية، ويوصل Δ فى السرعة المنخفضة، ويمتاز هذا التصميم بأن عزم السرعة المنخفضة يساوى 1.5 مرة من عزم السرعة العالية.



الشكل (٣-٢١)

ب- توصيلة Δ/YY ، حيث يوصل المحرك Δ فى السرعة العالية، ويوصل YY فى السرعة المنخفضة، ويمتاز هذا التصميم بأن القدرة ثابتة فى السرعتين المنخفضة والعالية.

ج - توصلة Δ/ΔΔ ، حيث يوصل المحرك ΔΔ فى السرعة العالية ويوصل Δ فى السرعة المنخفضة، ويمتاز هذا التصميم بأن عزم السرعة المنخفضة يساوى 3.5 مرة من عزم السرعة العالية.

د- توصيلةY/YY ، حيث يوصل المحرك YY فى السرعة العالية، ويوصلY فى السرعة المنخفضة، ويمتاز هذا التصميم بأن العزم فى السرعة المنخفضة ضعف العزم فى السرعة العالية.

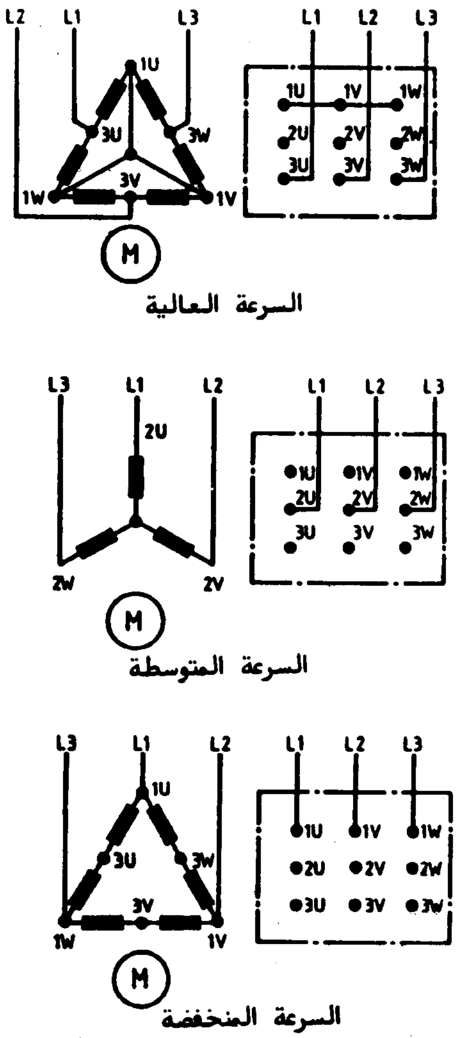
٣- محركات بثلاث سرعات مختلفة، سرعتين منهما النسبة بينهما 1:2، حيث تحتوى هذه المحركات على مجموعتين من الملفات المنفصلة أحدهما دالندر، والأخرى عادية وعدد أطراف هذه المحركات(9) أطراف.

والشكل (٣-٢٢) يبين كيفية الحصول على السرعات الثلاثة من محرك بثلاث

سرعات، السرعة العالية والمنخفضة يتم الحصول عليها من ملفات دالندر.

أما الشكل (٣-٢٣) فيعرض لوحتى بيانات لمحركين أحدهما بمجموعتين من الملفات المنفصلة والآخر دالندر.

٤- بربط محركين معا ميكانيكياً بحيث يكون لكل منهما سرعة مختلفة عن الآخر، وبالتالى عند وصول التيار الكهربى لأحد المحركين نحصل على السرعة الخاصة به.



الشكل (٣-٢٢)

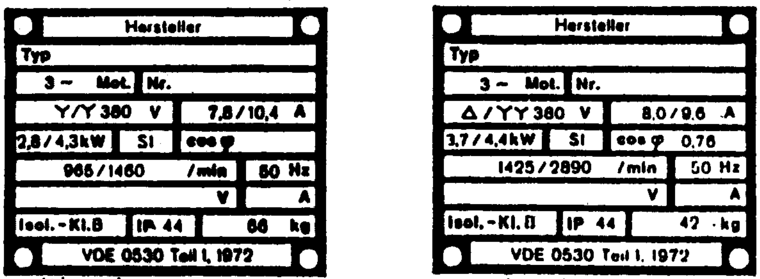
٣/٥/١- تشغيل محرك يحتوى على مجموعتين من الملفات المنفصلة:

الشكل (٣-٢٤) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لمحرك استنتاجى بمجموعتين من الملفات يمكن رفع سرعته مباشرة بدون توقف لكن العكس غير صحيح وذلك بالرموز الألمانية الحديثة.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على S2 تغلق الريشة S2/13-14، يكتمل مسار التيار لملف K1 ويحدث إمساك ذاتى للتيار بواسطة K1/ 13-14 وبالتالى توصل أطراف المحرك U1,V1,W1 بالمصدر الكهربى عبر أقطاب K1 ويدور المحرك بالسرعة المنخفضة. وعند الضغط على S3 ينقطع مسار التيار عن K1 نتيجة لفتح الريشة المغلقة S3/21-22، وفى نفس اللحظة يكتمل مسار التيار لملف K2 بواسطة غلق الريشة المفتوحة S3/13-14 ويحدث إمساك ذاتى للتيار بواسطة K2/ 13-14، وبالتالى تتصل أطراف المحرك 2U.2V.2W بالمصدر الكهربى عبر أقطاب K2،

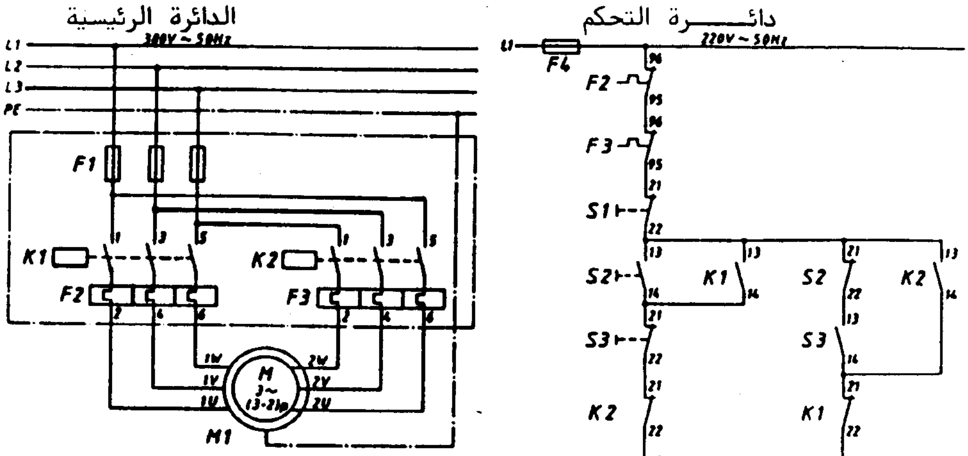
فيدور المحرك بالسرعة العالية. ويمكن إيقاف المحرك سواءً كان دائراً بالسرعة المنخفضة أو العالية وذلك بالضغط على الضاغط S1.



لوحة بيانات محرك دالنـدر

لوحة بيانات محرك بملفات منفصـلة

الشكل (٣-٢٣)



الشكل (٣-٢٤)

ملاحظات:

١- يستخدم عدد 2 متمم حرارى (F3 للسرعة العالية، وF2 للسرعة المنخفضة) ، وذلك لاختلاف تيار التشغيل للمحرك فى كلتا السرعتين.

٢- يوجد فى دائرة التحكم ربط كهربى فقط حيث توجد ريشة مغلقة من K1 فى

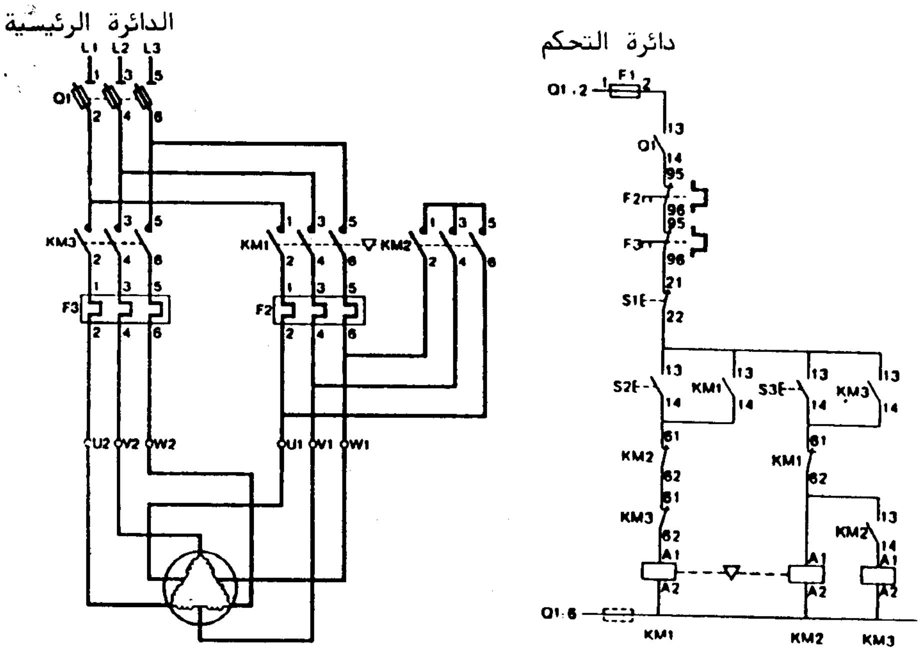
مسار التيار لملف K2 وأيضاً ريشة مغلقة من K2 فى مسار التيار لملف K1 .

٣- لو حاول المشغل الضغط على الضاغط S2 عندما يكون المحرك دائراً بالسرعة العالية فإن سرعة المحرك لن تتغير، ولكن ينبغى عليه إيقاف المحرك أولاً بواسطة S1، ثم تشغيل المحرك بالسرعة المنخفضة بواسطة S2 .

٤- دائرة التحكم المستخدمة فى تشغيل محرك بمجموعتين من الملفات لا تختلف عن دائرة التحكم المستخدمة فى عكس حركة محرك .

٣/٥/٢ - تشغيل محرك دالندر:

فى الشكل (٣-٢٥) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل محرك دالندر وإنه لا يمكن تغيير سرعته إلا بعد توقفه وذلك بالرموز العالمية .



الشكل (٣-٢٥)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لملف KM1 ويحدث إمساك ذاتى بواسطة KM1/13-14، فتتصل أطراف المحرك (U1, V1, W1) بالمصدر الكهربى عبر أقطاب KM1 وتكون ملفات المحرك موصلة Δ ، ويدور المحرك بالسرعة المنخفضة. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار لملف KM1، فيتوقف المحرك، وعند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار التيار لملف KM2 فتغلق الريشة KM2/13/14 فيكتمل مسار التيار لملف KM3 ويحدث إمساك ذاتى لمسار التيار لكلا الملفين KM2 و KM3 بواسطة الريشة KM3/13-14، وتتصل أطراف المحرك (U2, V2, W2) بالمصدر الكهربى عبر أقطاب KM2، وتكون ملفات المحرك موصلة YY ويدور المحرك بالسرعة العالية.

ملاحظة:

يوجد ربط كهربى وميكانيكى بين KM1 و KM2 لمنع تشغيلهما معًا لأى ظروف.

٣ / ٥ / ٣ - عكس حركة محرك يحتوى على مجموعتين من الملفات المنفصلة:

الشكل (٣-٢٦) يبين دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لعكس حركة محرك يدور بسرعتين مختلفتين، وله مجموعتان من الملفات بحيث يمكن تغيير سرعة المحرك من السرعة المنخفضة إلى العالية والعكس بدون توقف فى نفس الاتجاه وذلك بالرموز الألمانية الحديثة.

التعريف بضواغط التشغيل:

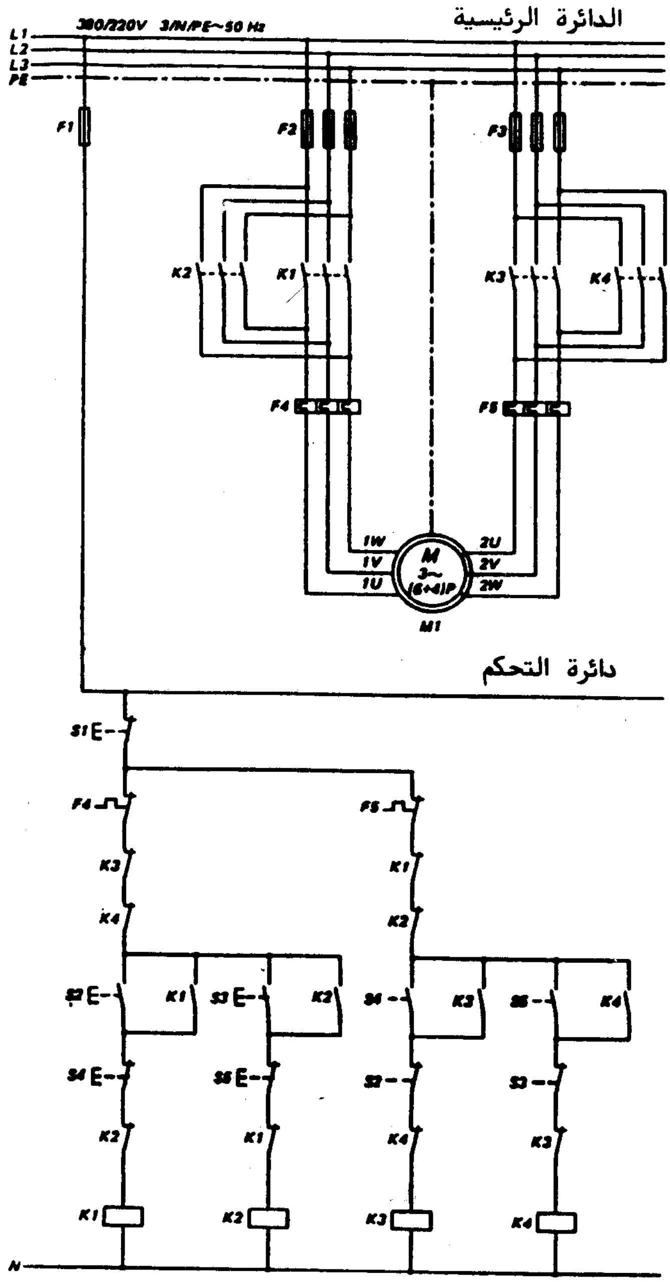
الضاغط S1 هو ضاغط الإيقاف.

الضاغط S4 هو ضاغط سريع يمين.

الضاغط S2 وهو ضاغط بطيئ يمين.

الضاغط S5 هو ضاغط سريع شمال.

الضاغط S3 هو ضاغط بطيئ شمال.



الدائرة الرئيسية
380/220V 3/N/PE~50 Hz
L1
L2
L3
PE
F1
F2
F3
K2
K1
K3
K4
F4
F5
1W
1V
1U
2U
2V
2W
M
3~
(6+4)P
M1
دائرة التحكم
S1
F4
F5
K3
K4
K1
K2
S2
S3
S4
S5
S6
K1
K2
K3
K4
N

الشكل (٣-٢٦)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على S2 يكتمل مسار التيارلملف K1 ويدور المحرك بالسرعة المنخفضة جهة اليمين، وعند الضغط على الضاغط S4 ينقطع مسار التيار لملف K1 ويكتمل مسار التيار لملف K3 ويدور المحرك بالسرعة العالية جهة اليمين. ولعكس حركة المحرك يجب إيقافه أولاً بواسطة الضاغط S1. وعند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار التيار لملف K2 ويدور المحرك بالسرعة المنخفضة جهة اليسار وعند الضغط على S5 ينقطع مسار التيار عن ملف K2 ويكتمل مسار التيار لملف K4 ويدور المحرك بالسرعة العالية جهة اليسار.

٣ / ٥ / ٤ - عكس حركة محرك دالندر

الشكل (٣-٢٧) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك دالندر بحيث يمكن رفع سرعته من السرعة المنخفضة جهة اليمين إلى العالية جهة اليمين بدون توقف، وكذلك يمكن رفع سرعته من السرعة المنخفضة جهة اليسار إلى العالية جهة اليسار بدون توقف وعند عكس الحركة يجب التوقف أولاً وذلك بالرموز الألمانية الحديثة.

التعريف بضواغط التشغيل:

الضاغط S1 ضاغط الإيقاف

الضاغط S4 هو ضاغط التشغيل سريع يمين

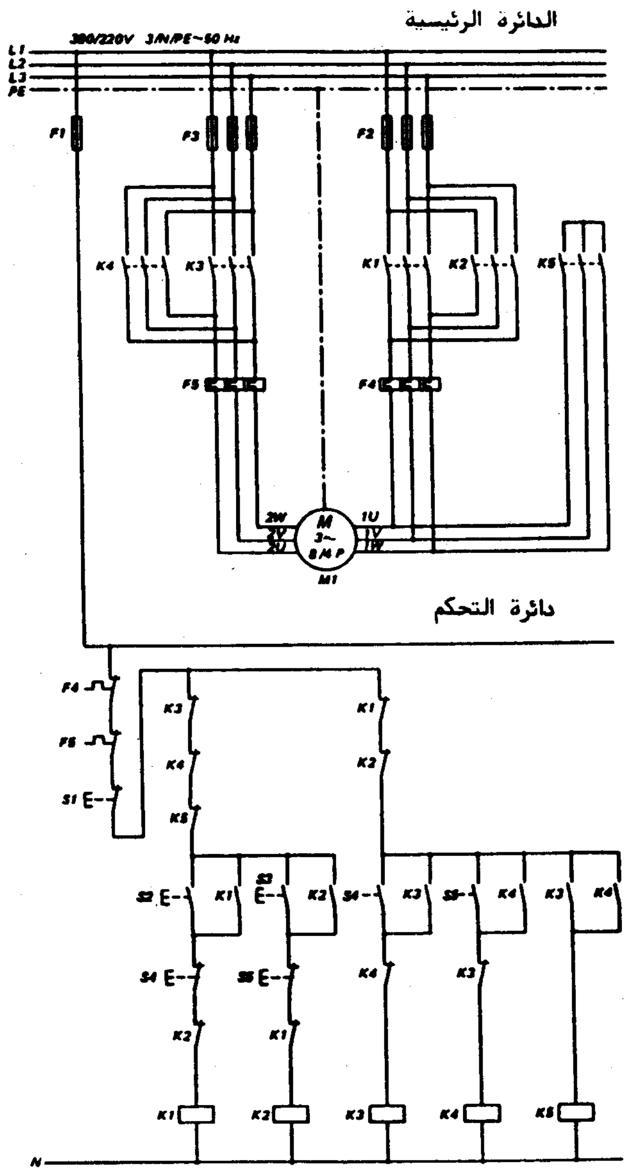
الضاغط S2 هو ضاغط التشغيل بطيئ يمين

الضاغط S5 هو ضاغط التشغيل سريع شمال

الضاغط S3 هو ضاغط التشغيل بطيئ شمال.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار لملف K1 فيدور المحرك بطيئًا جهة يمين. وعند الضغط على الضاغط S4 ينقطع مسار التيار عن K1 ويكتمل مسار التيار لملف K3، وتباعًا للكونتاكتور K5 ويدور المحرك بالسرعة العالية جهة اليمين، وبنفس الطريقة يمكن تشغيل المحرك بالسرعة المنخفضة جهة اليسار ثم رفعها بدون توقف.


الدائرة الرئيسية
380/220V 3/N/PE~50 Hz
L1
L2
L3
PE
F1
F2
F3
F4
F5
K1
K2
K3
K4
K5
M
3~
M1
1U
1V
1W
2U
2V
2W
دائرة التحكم
S1
S2
S3
S4
S5
N

الشكل (٣-٢٧)

٣ / ٦ – دوائر بدء المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه:

إن التوصيل المباشر للمحركات الاستنتاجية بالمصدر الكهربى عند البدء لمن الأمور الخطيرة على الأحمال الموصلة على نفس الشبكة الكهربية خصوصًا عند البدء المباشر للمحركات ذات القدرات العالية، حيث يصل تيار البدء لهذه المحركات ستة أو سبعة أضعاف من تيار التشغيل العادى، الأمر الذى يؤدى إلى انخفاض الجهد للشبكة؛ ويترتب على ذلك احتراق المحركات الصغيرة فى الشبكة خصوصًا لو طالت مدة انخفاض الجهد فى الشبكة نتيجة لعمليات البدء المتكررة، ويمكن تجنب ذلك بتقليل جهد الوجه للمحركات عند البدء؛ فينتج عن ذلك انخفاض تيار البدء.

وفيما يلى طرق البدء المستخدمة للمحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى:

١ – بدء الحركة نجما – دلتا ويتم تشغيل المحرك نجما عند البدء وبعد أن يصل المحرك لسرعة الدوران الاسمية له يوصل دلتا وفى هذه الحالة يكون تيار البدء مساويًا $1/\sqrt{3}$ من تيار البدء عند التوصيل المباشر مع الشبكة، فى حين أن عزم البدء فى هذه الحالة يكون مساويًا 1/3 عزم البدء عند التوصيل المباشر مع الشبكة الكهربية، ولذلك يفضل أن يبدأ المحرك حركته بدون حمل. وتستخدم هذه الطريقة عندما يكون جهد تشغيل المحرك عند توصيل ملفاته دلتا مساويًا لجهد المصدر.

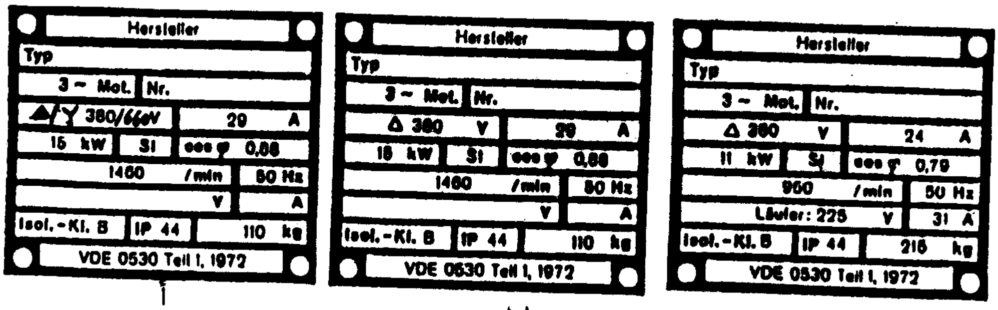
٢ – باستخدام مقاومات بدء توصل بالتوالى مع العضو الثابت عند بدء التشغيل وتفصل تدريجيًا حتى تخرج تمامًا من الدائرة عند وصول سرعة المحرك إلى حوالى 80% من السرعة الاسمية له.

٣ – باستخدام محول ذاتى يقوم بتقليل جهد البدء إلى حوالى 50% ثم 65%، ثم 80% من الجهد المقنن، وعند وصول السرعة إلى حوالى 80% من السرعة الاسمية ينفصل المحول الذاتى ويعمل المحرك على الجهد الكامل للمصدر.

وأما المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار الملفوف فتبدأ حركتها بتوصيل مجموعة من مقومات البدء مع العضو الدوار، ثم تفصل المقومات تدريجيًا حتى تخرج تمامًا من الدائرة وذلك عند وصول السرعة إلى 80% من السرعة الاسمية للمحرك.

٣ / ٦ / ١ - لوح بيانات المحركات الاستنتاجية :

الأشكال (٣- ٢٨أ، ب، ج) تعرض لوح بيانات لمحركات استنتاجية لها مواصفات مختلفة. فلوح البيانات المعروضة فى الشكل (أ، ب) خاصة بمحركات استنتاجية ذات قفص سنجابى، أما الشكل (ج) فيعرض لوحة بيانات لمحرك استنتاجى ذى عضو دوار ملفوف.



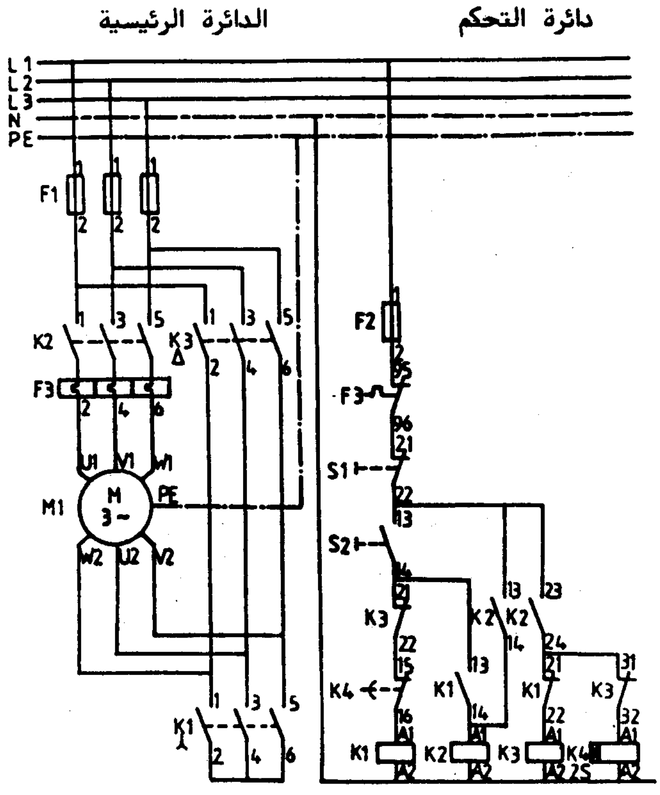
أ ب ج

الشكل (٣- ٢٨)

علمًا بأن لوحة البيانات المعروضة فى الشكل (أ) لمحرك يمكن بدء حركته نجما - دلتا إذا كان جهد المصدر 380V. أما لوحة البيانات المعروضة فى الشكل (ب) لمحرك لا يمكن بدء حركته نجمًا - دلتا لأن ملفاته موصلة دلتا ولكن يمكن بدء حركته بمقاومات بدء مع العضو الثابت أو بمحول ذاتى.

٣ / ٦ / ٢ - بدء محرك نجما - دلتا :

فى الشكل (٣-٢٩) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وفصل محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى يبدأ حركتـه نجما ويدور وملفاته موصلة دلتا وذلك بالرموز الألمانية الحديثة.



الشكل (٣-٢٩)

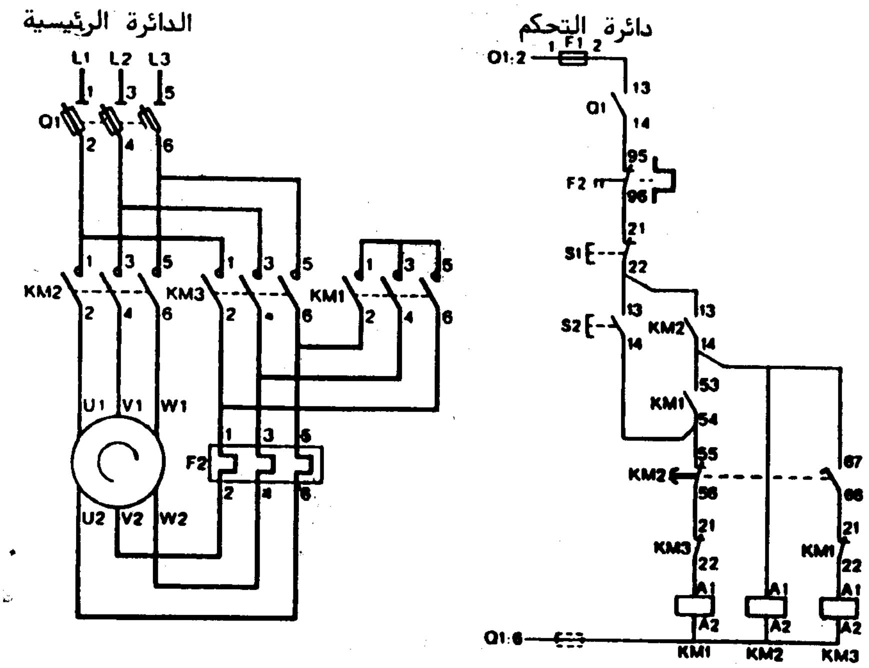
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لملف K1 وتباعًا لملف K2 وتباعًا لملف K4 فيدور المحرك وملفاته موصلة نجما وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت K4 تفتح الريشة المغلقة K4/15-16 فينقطع مسار التيار عن K1 ويكتمل مسار التيار لملف K2 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا.

ملاحظة:

أحيانًا يحدث قصر لحظى بين أوجه المصدر الكهربى للدائرة السابقة نتيجة لاختلاف سرعة الفتح والغلق لريش التحكم والأقطاب الرئيسية للكونتاكتورات، وهذه المشكلة أمكن التغلب عليها باستخدام عدد 2 مؤقت زمنى، أحدهما لفصل كونتاكتور النجما، والآخر لتوصيل كونتاكتور الدلتا بعد تأخير زمنى من لحظة فصل كونتاكتور النجما.

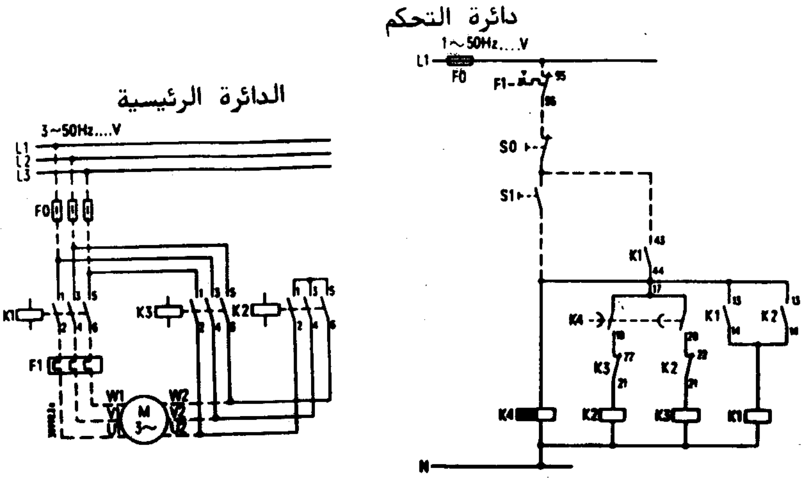
وأحيانًا يستخدم مؤقت زمنى له ريشتان، إحداهما تتأخر عن الثانية. والشكل (٣-٣٠) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لبدء حركة محرك استنتاجى لقفص سنجابى نجما دلتا مستخدمًا مؤقت زمنى له ريشتان،إحداهما تتأخرعن الثانية. والشكل (٣-٣٠) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لبدء حركة محرك استنتاجى لقفص سنجابى نجما دلتا مستخدمًا مؤقت زمنى له ريشتان، إحداهما تتأخر عن الآخرى، وذلك بالرموز العالمية الحديثة فالكونتاكتور KM2 مثبت عليه مؤقت هوائى له ريشتان إحداهما مغلقة وذلك لفصل كونتاكتور النجما KM1 بعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت (t). أما الريشة المفتوحة له فتقوم بتوصيل كونتاكتور الدلتا KM3 بعد مرور زمن (t+ 50mS).



الشكل (٣-٣٠)

أما الشكل (٣-٣١) فيبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لبدء محرك نجما - دلتا جاهز من صناعة شركة سيمنز الألمانية، والخطوط المتقطعة فى الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم تنفذ من قبل المستخدم، ويلاحظ أنه استخدم فى دائرة التحكم المؤقت K4 ويسمى مؤقت نجما دلتا، فعند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار

التيار للمؤقت K4 وأيضًا للملف K1 ويحدث إمساك ذاتى لمسار التيار بواسطة الريشة (K1/43-44) وفى نفس اللحظة تغلق ريشة المؤقت K4/17-18 لمدة زمنية t (المعاير عليها المؤقت الزمنى) فى هذه الحالة يكتمل مسار التيار لملف K2 فيدور المحرك وملفاته موصلة نجم،ا وبعد انتهاء زمن البدء t فإن الريشة K4/17-18 تعود مفتوحة مرة أخرى فينقطع مسار التيار عن ملف K2 ويدور المحرك حينئذ بعزم القصور الذاتى ولكن بعد مرور زمن تأخير 50mS (وهذا الزمن ثابت) تغلق ريشة المؤقت K4/17-28، فيكتمل مسار التيار لملف K3 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا.



الشكل (٣-٣١)

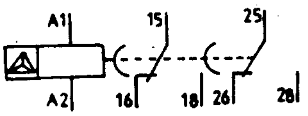
مميزات المؤقت المستخدم (K4):

أنه يمنع حدوث قصر لحظى على الأوجه الثلاثة والتى يمكن أن تحدث فى الدوائر التى ينفصل فيها كونتاكتور النجما فى نفس اللحظة التى يوصل فيها كونتاكتور الدلتا والموضحة بالشكل (٣-٢٩)، وذلك نتيجة لعيوب فنية عادة تكون موجودة فى الكونتاكتورات.

ملاحظة:

تقوم شركة تليميكنيك الفرنسية بعرض مؤقت نجما دلتا تختلف نظرية عمله عن نظرية عمل مؤقت نجما دلتا لشركة سيمنز الألمانية المستخدم فى الشكل (٣-٣١)

وفى الرسم المقابل رمز مؤقت نجما - دلتا تليميكنيك.

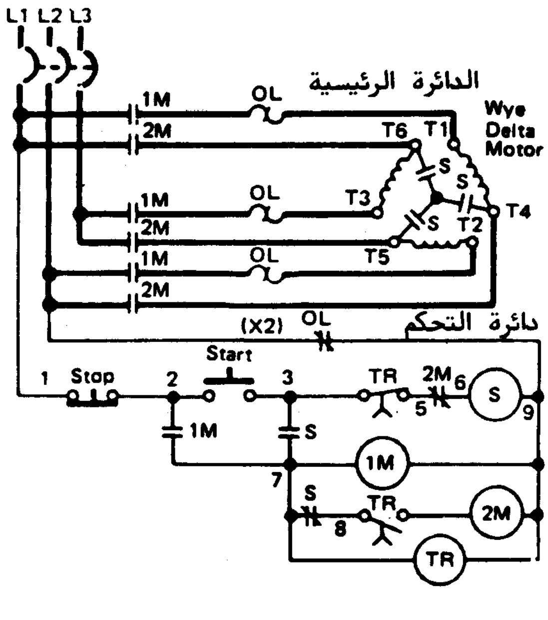


نظرية تشغيل هذا المؤقت :

عند وصول تيار كهربى لملف المؤقت وبعد مرور زمن المعايرة t يتغير وضع الريشة القلاب 18-16-15 ولكن بعد مرور زمن إضافى مقداره 50 ملى ثانية يتغير وضع الريشة القلاب 28-26-25؛ لذلك يوصل كونتاكتور النجما مع النقطة 16، ويوصل كونتاكتور الدلتا مع النقطة 28. أما الشكل (٣-٣٢) فيعرض المخطط الكهربى لبدء حركة محرك نجما - دلتا ولكن بالرموز الأمريكية.

محتويات المخطط :

قاطع أتوماتيكى ثلاثة أقطاب - متمم حرارى OL - كونتاكتور النجما S الكونتاكتور الرئيسى 1M - كونتاكتور الدلتا 2M - مؤقت زمنى TR - ضاغط التشغيل START - ضاغط الإيقاف STOP.



الشكل (٣ - ٣٢)

نظرية التشغيل:

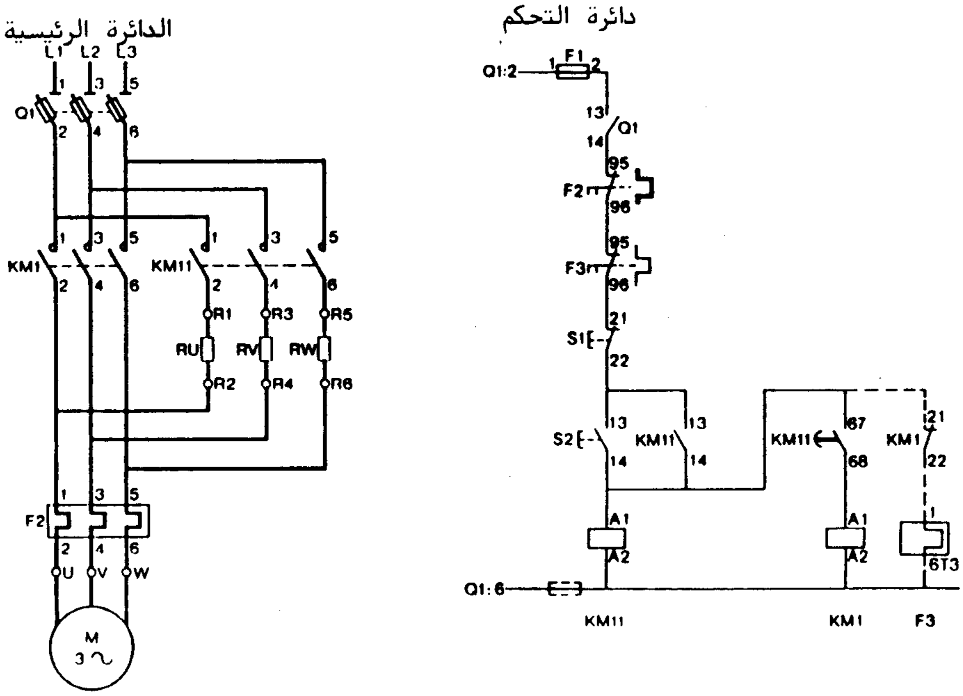
عند الضغط على ضاغط البدء Start يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور S، وتباعًا يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور 1M، وكذلك المؤقت TR ويحدث إمساك ذاتى لمسار التيار بواسطة الريشتين المفتوحتين للكونتاكتور S والكونتاكتور 1M ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما، وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت TR تفتح الريشة المغلقة للمؤقت بينما تغلق الريشة المفتوحة له، وينتج عن ذلك انقطاع مسار التيار عن ملف الكونتاكتور S واكتمال مسار التيار لملف 2M ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا.

٣ / ٦ / ٣ - بدء محرك بمقاومات مع العضو الثابت:

الشكل (٣-٣٣) يوضح الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لمحرك يبدأ حركته بمقاومات بدء مع العضو الثابت مستخدمًا الرموز العالمية.

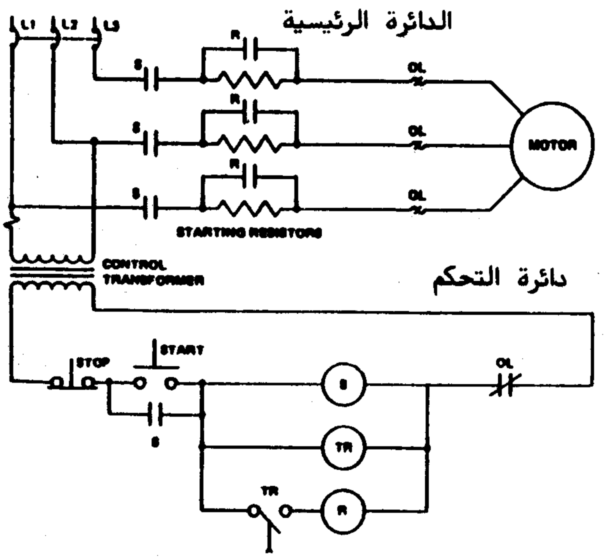
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لملف KM11 ، ويمسك مسار التيار ذاتيًا بواسطة الريشة KM11/13-14 فيصل التيار الكهربى للمحرك مارًا بمقاومات البدء فيقتطع جزءًا من الجهد خلال هذه المقاومات وبالتالى سيقل تيار البدء.



الشكل (٣-٣٣)

وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى الهوائى والمثبت على الكونتاكتور KM11 يكتمل مسار التيار لملف KM1، وحيث إن التيار الكهربى يفضل المرور فى المسار الأسهل، لذا فإن التيار سوف يفضل المرور عبر أقطاب الكونتاكتور KM1 ولن يمر عبر أقطاب الكونتاكتور KM11 ماراً بمقاومات البدء. علماً بأن F3 متمم حرارى بتأخير زمنى يقوم بحماية المقاومات من ارتفاع درجة حرارتها، حيث يضبط على زمن معين بواسطة قرص مدرج، فإذا زاد زمن البدء عن الزمن المعاير عليه يفصل الدائرة، علماً بأنه لا يوجد اتصال كهربى بين F3 والمقاومات. وفى الشكل (٣-٣٤) المخطط الكهربى لبدء حركة محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى بمقاومات بدء مع العضو الثابت ولكن بالنظام الأمريكى.



الشكل (٣-٣٤)

محتويات المخطط:

قاطع دائرة – كونتاكتور البدء S – كونتاكتور التشغيل R – المتمم حرارى OL – محول تحكم CONTROL TRANSFORMER ووحدة ضواغط مكونة من ضاغطين ضاغط للتشغيل START – ضاغط للإيقاف STOP – المؤقت الزمنى TR – مقاومات بدء R.

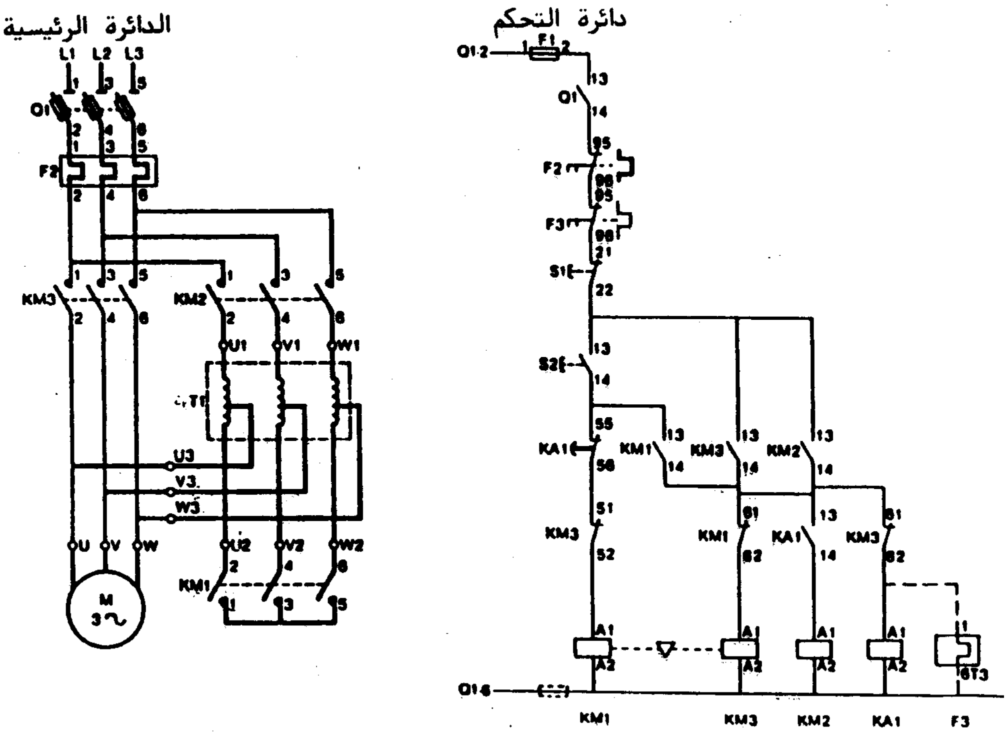
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط START يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور S وكذلك المؤقت الزمنى TR فيعمل الكونتاكتور S ويغلق أقطابه الرئيسية ويدور المحرك مع دخول مقاومة البدء R مع دائرة العضو الثابت مقللة بذلك تيار البدء. وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت TR يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور R فيعمل الكونتاكتور R على إحداث قصر على مقاومات البدء R وتخرج من الدائرة الرئيسية ويصبح جهد المصدر مسلطًا كليًا على المحرك. ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط STOP.

٣ / ٦ / ٤ - بدء تشغيل محرك بمحول ذاتى :

فى الشكل (٣-٣٥) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لبدء حركة محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى بإدخال محول ذاتى فى الدائرة باستخدام الرموز العالمية.

المحول الذاتى يخرج من الدائرة الرئيسية أتوماتيكيًا عند وصول سرعة المحرك إلى 80% من السرعة المقننة له.



الشكل (٣-٣٥)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيارلملف KM1، وتباعًا لملف KA1، ثم لملف KM2 فتتصل أطراف المحرك (U, V, W) المتصلة بنقط التفرع للمحول الذاتى T1 بأطراف المصدر الكهربى عبر أقطاب السكينة Q1، ثم أقطاب المتمم

الحرارى F2، ثم أقطاب الكونتاكتور KM2 ثم أقطاب الكونتاكتور KM1 من خلال المحول T1. وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى الهوائى المثبت على الريلاى KA1 تفتح الريشة KA1/55-56 فينقطع مسار التيار لملف KM1، فتعود الريشة KM1/61-62 مغلقة مرة أخرى ويكتمل مسار التيار لملف KM3 فتفتح الريشة KM3/61-62، فينقطع مسار التيار لملف KA1، ثم لملف KM2 ويخرج المحول الذاتى من الدائرة، ويصبح جهد المصدر مسلطًا كليًا على ملفات المحرك ويمكن إيقاف المحرك، بالضغط على الضاغط S1، وعند حدوث زيادة فى الحمل على المحرك يتوقف المحرك فى الحال، علمًا بأنه يستخدم متمم حرارى بتأخير زمنى F3 لحماية المحول الذاتى.

وفى الشكل (٣-٣٦) المخطط الكهربى لبدء حركة محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى بمحول ذاتى ولكن بالرموز الأمريكية.

محتويات المخطط:

قاطع أتوماتيكى 3 أقطاب

متمم حرارى OL

محول ذاتى

كونتاكتورات البدء 1S, 2S

كونتاكتورات التشغيل R

مؤقت زمنى TR – متمم درجة حرارة TP

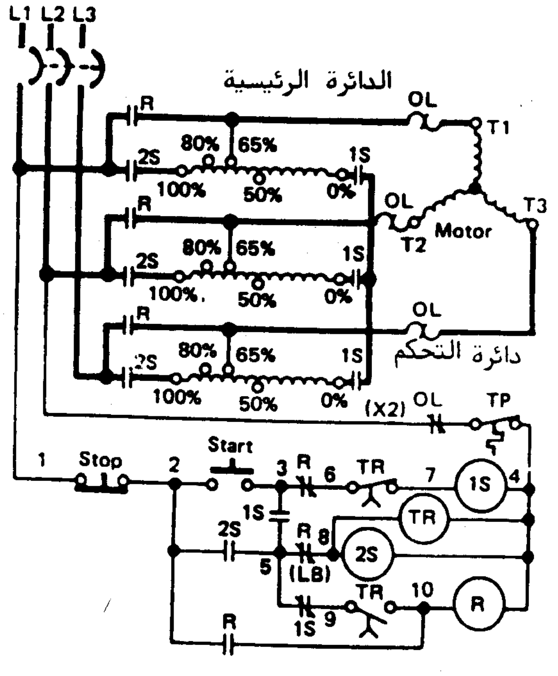
ضاغط تشغيل START

ضاغط إيقاف STOP.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على ضاغط البدء START يكتمل مسار التيار ملف الكونتاكتورات 1S، وتباعًا يكتمل مسار التيار لملف المؤقت TR وكذلك الكونتاكتور 2S، ويحدث إمساك ذاتى لمسار التيار بواسطة الريشة المفتوحة الخاصة بالكونتاكتور 1S، والريشة

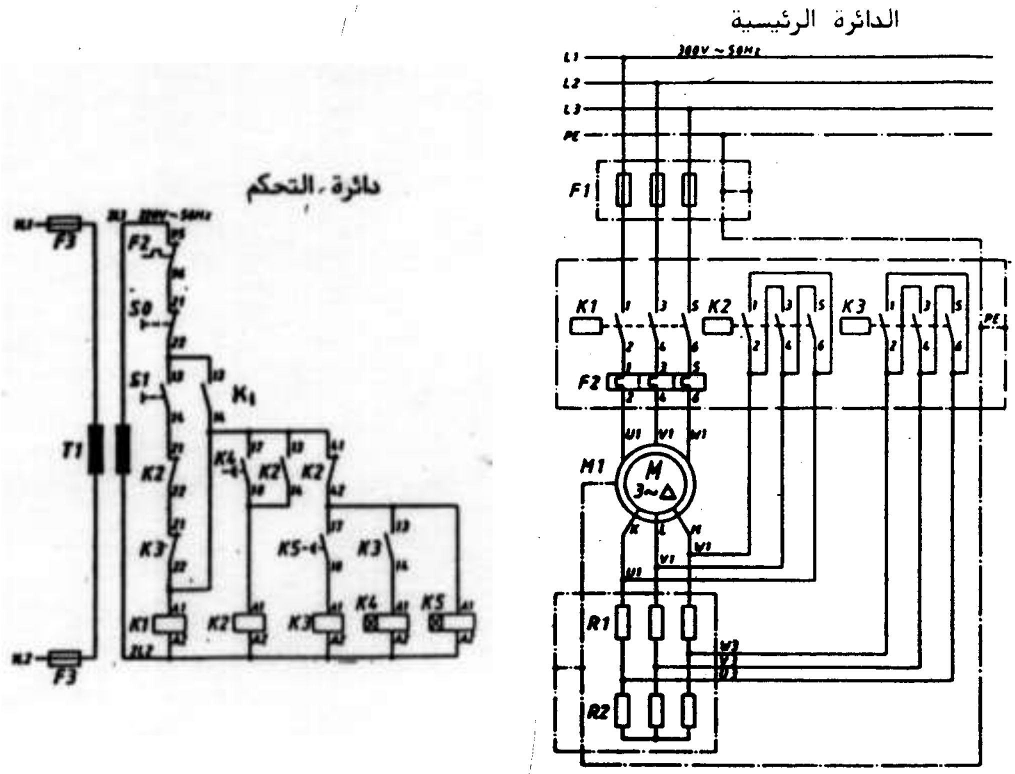
المفتوحة الخاصة بالكونتاكتور 2S، ويدور المحرك وعلى أطرافه جهد يساوى 65% من جهد المصدر، وبعد انتهاء زمن البدء تفتح الريشة المغلقة للمؤقت TR وتغلق الريشة المفتوحة له، وينتج عن ذلك انقطاع مسار التيارلملف الكونتاكتور S1 ثم يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور R، ثم ينقطع تباعاً مسار التيار لبوبينة 2S وكذلك المؤقت TR ويخرج المحول الذاتى من الدائرة ويدور المحرك وعلى أطرافه جهد المصدر كاملاً.



الشكل (٣-٣٦)

٣ / ٦ / ٥ - بدء محرك بمقاومات مع العضو الدوار الملفوف :

الشكل (٣-٣٧) يحتوى على الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لمحرك يبدأ حركته بمقاومات بدء مع العضو الدوار بإستخدام الرموز الألمانية الحديثة.



الشكل (٣-٣٧)

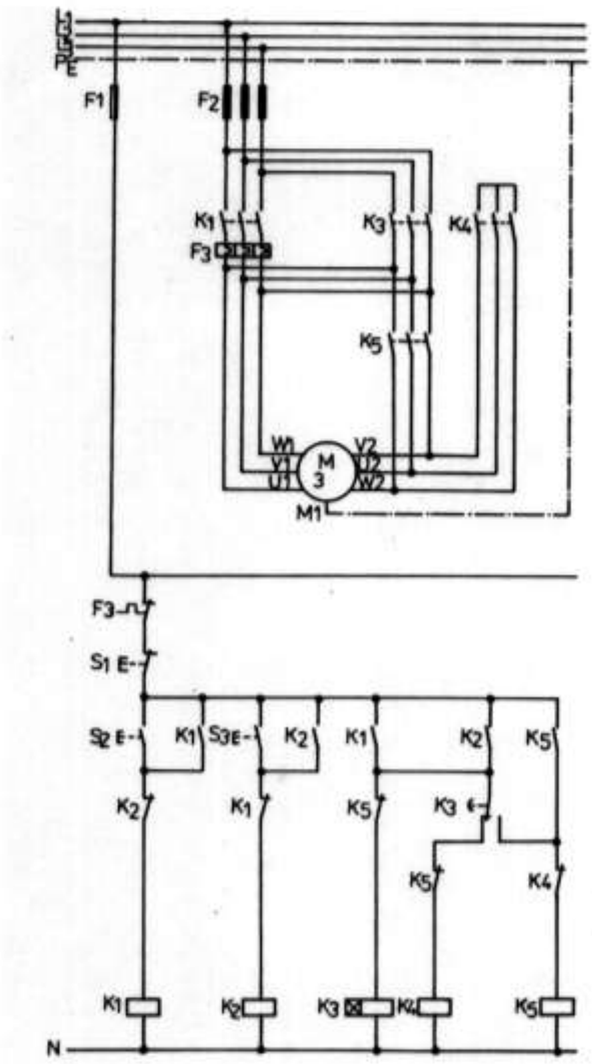
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار لملف K1 ويمسك مسار التيار لها بواسطة الريشة K1/13-14 فتتصل أطراف المحرك U1, V1, W1 بأطراف المصدر الكهربى L1, L2, L3، فى حين تدخل المقاومات R1, R2 على التوالى مع ملفات العضو الدوار فيقل تيار البدء. وفى نفس اللحظة يكتمل مسار التيار للمؤقت K5T وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت K5T، تغلق الريشة K5/17-18 فيكتمل مسار التيار لملف K3 وتباعًا للمؤقت K4T فتخرج المقاومة R2. وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى K4T تغلق الريشة K4T/17-18 فيكتمل مسار التيار لملف K2، فتخرج المقاومة R1 من دائرة العضو الدوار، وبالتالى تقصر ملفات العضو الدوار، على نفسها. علمًا بأنه فى نفس اللحظة تفتح الريشة K2/41-42 فينقطع

مسار التيار لكل من K3, K4T, K5T ويبقى الوضع كما هو إلى أن يقوم المشغل بإيقاف المحرك، وذلك بالضغط على الضاغط اليدوى So، أو أن يحدث زيادة فى الحمل على المحرك أثناء دورانه، فينقطع مسار التيار عن دائرة التحكم نتيجة لفتح الريشة F2/95-96. ومن الواضح فى هذه الدائرة أنه استخدم محول تحكم T1 وذلك لحماية دائرة التحكم من خطورة القصر نتيجة للمقاومة الداخلية الكبيرة لمحول التحكم.

٣/٦/٦ - عكس حركة محرك يبدأ نجما دلتا:

فى الشكل (٣-٣٨) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى يبدأ حركته نجما دلتا مستخدما مؤقتا يؤخر عند التوصيل بالرموز الألمانية الحديثة.



الشكل (٣-٣٨)

نظرية التشغيل:

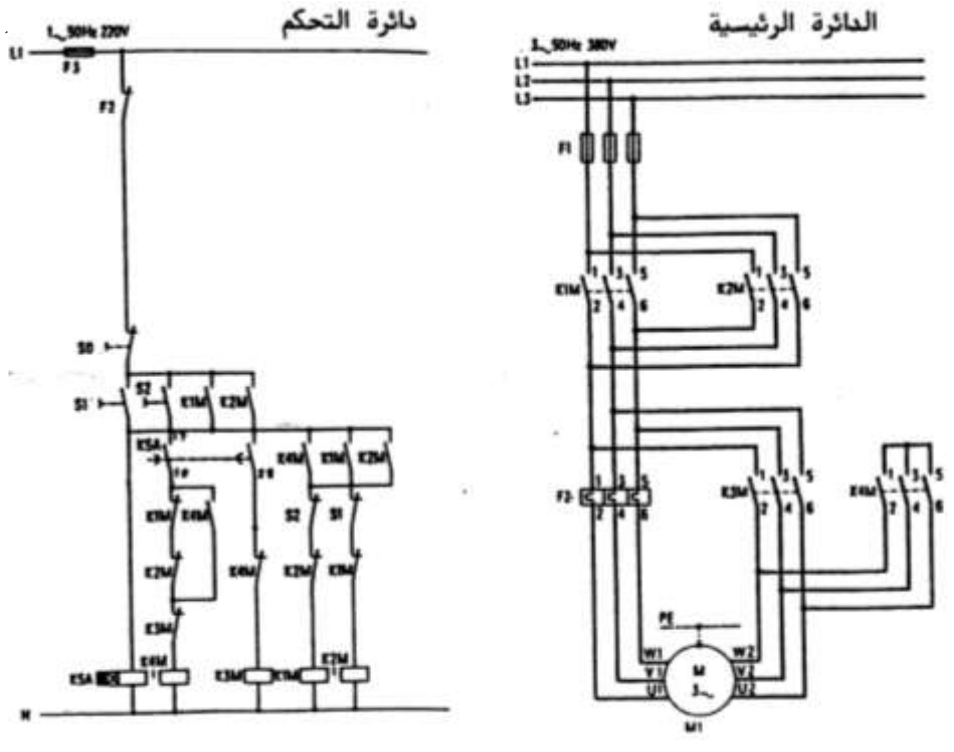
عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لملف K1، وتباعًا يكتمل مسار التيار لملف المؤقت K3 والكونتاكتور K4، فيدور المحرك وملفاته موصلة نجما جهة اليمين، وبعد مرور زمن البدء المعاير عليه المؤقت K3 ينعكس وضع الريشة القلاب

للمؤقت، فينقطع مسار التيار عن K4، ويكتمل مسار التيار لملف K5 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا. ولعكس حركة المحرك يجب إيقافه أولاً بواسطة الضاغط S1، ثم بعد ذلك يضغط على الضاغط S3 فيكتمل مسار التيار لملف K2، وتباعًا لملف المؤقت الزمنى K3، وأيضًا الكونتاكتور K4، ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما جهة اليسار. وبعد مرور زمن البدء المعاير عليه المؤقت K3 ينعكس وضع الريشة القلاب للمؤقت، فيكتمل مسار التيار لملف K5 وينقطع مسار التيار عن ملف K4 ويدور المحرك جهة اليسار وملفاته موصلة دلتا.

وفى الشكل (٣-٣٩) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى يبدأ حركته نجما - دلتا مستخدمًا مؤقت نجما دلتا الخاص بشركة سيمنز الألمانية.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار لملف المؤقت K5A، فتغلق الريشة K5A/17-18، ويكتمل مسار التيار لملف K4M، وتباعًا لملف K1M، ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما جهة اليمين، وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت تفتح الريشة K5A/17-18، فينقطع مسار التيار عن K4M، وبعد تأخير زمنى 50ms يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K3M ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا. ولعكس حركة المحرك يتم الضغط عى الضاغط So فينقطع مسار التيار عن جميع الملفات الموجودة فى دائرة التحكم ويتوقف المحرك. وعند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لملف المؤقت K5A فيغلق المؤقت الريشة K5A/17-18 ويكتمل مسار التيار لملف K4M، وتباعًا يكتمل مسار التيار لملفK2M ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما، وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت K5A تفتح الريشة K5A/17-18 فينقطع مسار التيار عن ملف K5A، ويدور المحرك بعزم القصور الذاتى. ولكن بعد مرور زمن 50 ملى ثانية تغلق الريشة K5A/17-18 ويكتمل مسار التيار لملف K3M ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما.



الشكل (٣-٣٩)

٣ / ٦ / ٧ - مقارنة بين خواص بادئات المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :

الجدول (٣-١) يعرض مقارنة بين خواص بادئ نجما دلتا، وبادئ بمقاومات مع العضو الثابت وبادئ بمحول ذاتى بنقط تفرع، وبادئ بمقومات مع العضو الدوار الملفوف .

علمًا بأن :

Un هو جهد التشغيل العادى .

In تيار التشغيل عند الحمل الكامل .

Tn عزم التشغيل عند الحمل الكامل .

الجدول (٣-١)

نوع البادئ / الخواص	نجما دلتا	مقاومات مع العضو الثابت	محول ذاتي بنقط تفرع	مقاومات مع العضو الدوار
جهد البدء	0.58 Un	0.2:0.4Un	0.5:0.75 Un	لا يوجد
تيار البدء	2:4 In	3:2.6 In	4.5 In	< 2.5 In
عزم البدء	0.3:0.75 Tn	0.2:0.5Tn	0.6:0.85Tn	< 2.5 Tn
السعر مقارنة بسعر وحدة التشغيل المباشر باعتبار سعرها 100	150 : 300	350:500	500:1500	500 : 1500
زمن البدء بالثانية (S)	3 : 6	3:7.5	7:12	2.5 : 4
الاستخدام	الآلات التي تبدأ بدون حمل أو بأحمال صغيرة مثل ضواغط أجهزة تكييف.	الآلات التي تبدأ بدون حمل مثل المراوح الصغيرة والمضخات الطاردة المركزية.	الآلات التي لها عزم قصور ذاتي كبير مع عدم وجود مشكلة في تيار البدء الكبير.	الآلات التي تبدأ عند الحمل الكامل.

ولتحديد نوع البادئ المناسب يجب معرفة كل من :

١ - الحدود القصوى لانخفاض الجهد المسموح به فى الشبكة .

٢ - عزم البدء المطلوب .

٣ - زمن البدء المسموح به .

٣ / ٧ - طرق فرملة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :

أحياناً تستخدم المحركات الاستنتاجية لإدارة أحمال تحتاج لتوقف كامل لحظة انقطاع التيار عن محركاتها، وذلك بفرملتها على سبيل المثال : القاطرات الكهربية وأيضاً الأوناش وماكينات التعبئة . . . إلخ .

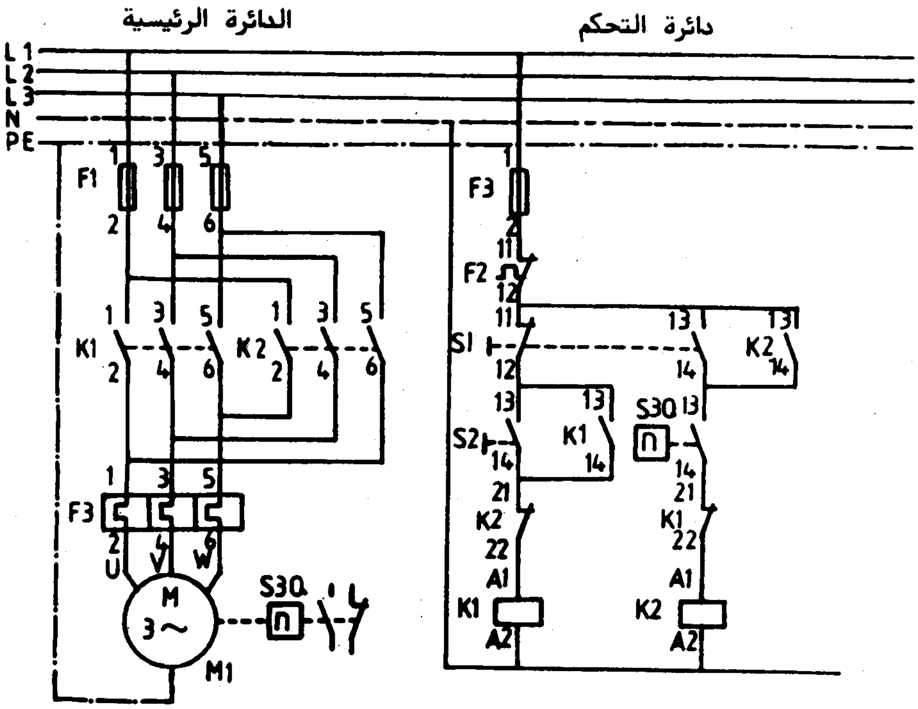
وهناك عدة طرق لفرملة المحركات الاستنتاجية موضحة فى الفقرات التالية .

٣ / ٧ / ١ - الفرملة بالتيار العكسى :

الشكل (٣-٤٠) يحتوى على الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لفرملة محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى بنظام الفرملة بالتيار العكسى باستخدام الرموز الألمانية الحديثة .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لملف K1 فيتمغنط ويعمل الكونتاكتور K1 فيدور المحرك، ولإيقاف المحرك يتم الضغط على الضاغط S1 فينقطع مسار التيار لملف K1، بينما يكتمل مسار التيار لملف K2 ؛ نتيجة لعودة الريشة K1/ 21-22 لوضعها الطبيعى، وأيضاً نتيجة لغلق الريشة S3Q/13-14 الناشئ عن دوران المحرك بعزم القصور الذاتى فيتمغنط ملف K2 ويعمل الكونتاكتور K2، فيتولد عزم معاكس لعزم المحرك، فيتوقف المحرك، حينئذ تعود الريشة S3Q/13-14 مفتوحة من جديد ويتوقف المحرك فى الحال، علماً بان مفتاح مراقبة السرعة S3Q يثبت على عمود الإدارة للمحرك .



الشكل (٣ – ٤٠)

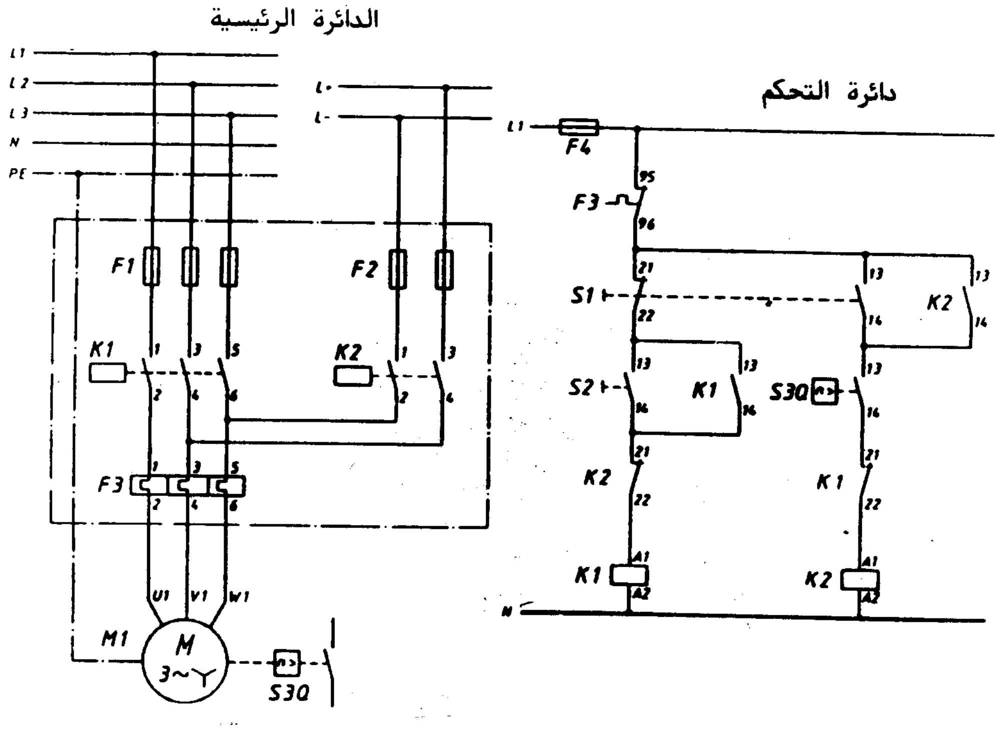
ملاحظة :

عند استخدام الفرملة بالتيار العكسى فى المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار الملفوف، يجب إدخال مقاومات البدء مع العضو الدوار لحظة الفرملة.

٣ / ٧ / ٢ – الفرملة بحقن تيار مستمر :

يتم فرملة المحركات الاستنتاجية بحقن التيار المستمر فى ملفات العضو الثابت، وذلك بعد فصل المحرك من الشبكة الكهربية، فيتولد مجال مغناطيسى ثابت داخل المحرك، ونتيجة لدوران العضو الدوار بفعل عزم القصور الذاتى يتولد قوة دافعة كهربية في ملفات العضو الدوار المقصورة، وبالتالى تنشأ قوة معاكسة تحاول أ ن تفرمل المحرك؛ بأن طاقة الفرملة تؤدى أحياناً إلى تسخين العضو الدوار، لذلك فإن المحركات التى تفرمل بهذه الطريقة تحتاج لنظام تبريد قوى.

وفى الشكل (٣-٤١) دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لمحرك استنتاجى ذى قفص سنجابى يتم فرملته بحقن تيار مستمر.



الشكل (٣-٤١)

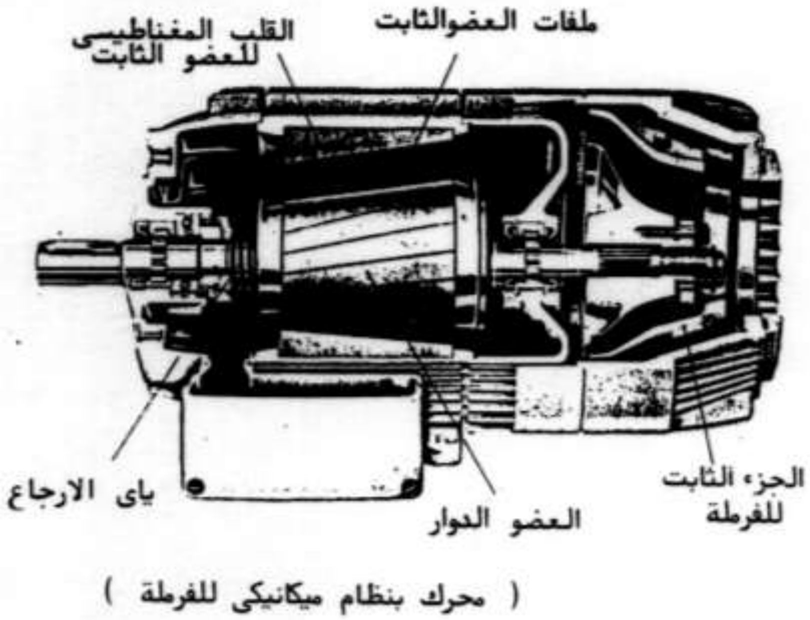
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لملف K1 فيتمغنط ويعمل الكونتاكتور، ويدور المحرك. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار عن المحرك نتيجة لانقطاع مسار التيار لملف K1. بينما يكتمل مسار التيار لملف K2 نتيجة لعودة الريشة K1/21-22 مغلقة، وأيضًا لغلق الريشة S3Q/13-14 الخاصة بمفتاح مراقبة السرعة، وذلك نتيجة لدوران المحرك بعزم القصور الذاتى فيمر تيار مستمر فى ملفات المحرك، ويتفرمل المحرك، وبمجرد توقف المحرك تعود الريشة S3Q/13-14 مفتوحة من جديد، فينقطع مسار التيار لملف K2، ويتوقف تغذية التيار المستمر إلى

ملفات العضو الثابت.

٣/٧/٣ - الفرملة بالنظام الميكانيكى:

الشكل (٣-٤٢) يبين قطاعًا داخليًا لأحد المحركات التى تعمل بنظام الفرملة الميكانيكية.



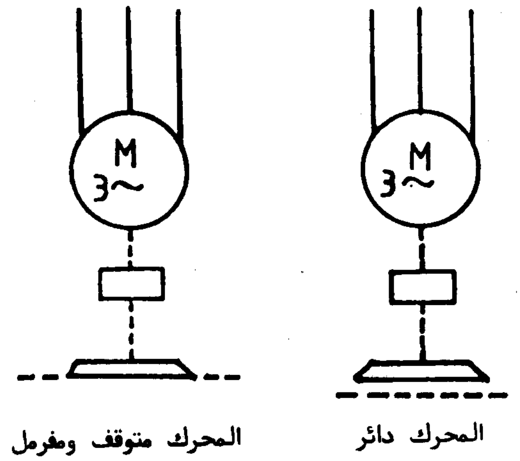
الشكل (٣-٤٢)

نظرية التشغيل:

عند توصيل تيار كهربى للمحرك يتولد قوة مغناطيسية داخلية تدفع العضو الدوار تجاه ياى الإرجاع، فيدور المحرك طبيعيًا، ولكن بمجرد انقطاع التيار الكهربى عن المحرك تختفى قوة الدفع المغناطيسية، فيقوم ياى الإرجاع بدفع العضو الدوار إلى الأمام، فيحتك القرص الفرملى المخروطى مع الجزء الثابت للفرملة فيتوقف المحرك فى الحال. وفى الرسم التالى الرموز الكهربية للمحرك ذات الفرملة الميكانيكية أثناء دورانه وأثناء توقفه.

٣/٧/٤ - الفرملة الكهرومغناطيسية:

الشكل (٣-٤٣) يعرض دائرة فرملة محرك استنتاجي باستخدام فرملة كهرومغناطيسية.

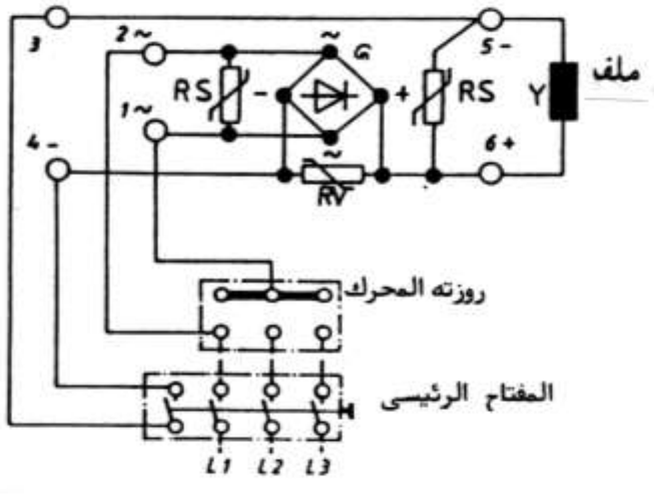


محتويات الدائرة:

١ - G قنطرة التوحيد.

٢-RV مقاومة لتحديد التيار المار الناتج عن القوة الدافعة الكهربية المتولدة في ملف الفرملة الكهرومغناطيسية عند انقطاع التيار الكهربي عن المحرك.

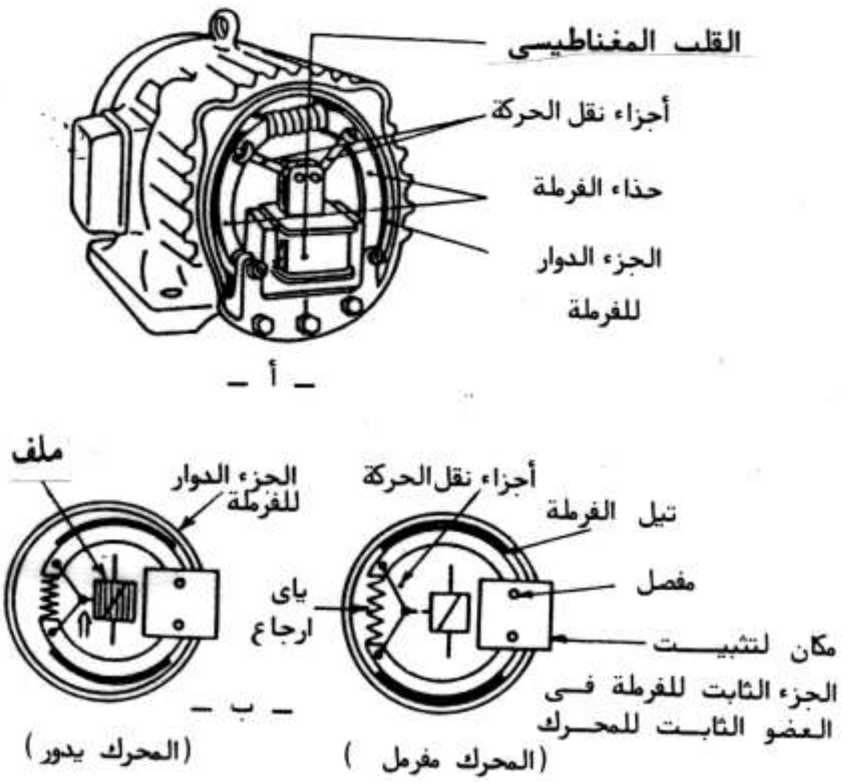
٣ - RS مقاومة تعتمد علي الجهد فتزداد قيمتها بزيادة الجهد، وتقوم هذه المقاومة بحماية القنطرة من القوة الدافعة الكهربية المتولدة عند انقطاع التيار الكهربي عن الملف.



الشكل (٣-٤٣)

٤ - Y ملف الفرملة الكهرومغناطيسية.

وفى الشكل ((٣-٤٤أ) شكل تخطيطى لمحرك بفرملة تعمل عند انقطاع التيار الكهربى عنها.



الشكل (٣-٤٤)

وتتكون الفرملة من:

١ - الجزء الدوار للفرملة وهو على شكل طربوش مثبت من أعلاه فى عمود الإدارة للمحرك.

٢ - تيل الفرملة وهو مصنوع من الجلد ،مثبت على حذاء الفرملة المصنوع من الصلب.

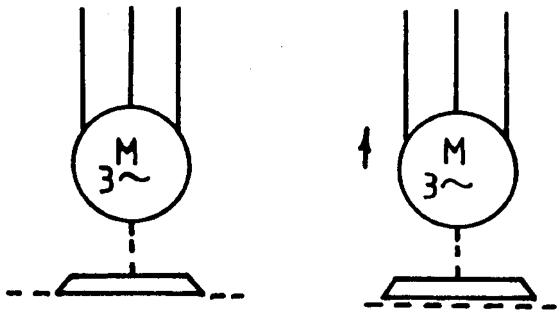
٣ - أعضاء نقل الحركة الميكانيكية من البوبينة إلى تيل الفرملة.

٤ - ياى إرجاع الفرملة لوضعها الطبيعى.

٥ - البوبينة وتتكون من ملف وقلب مغناطيسى متحرك.

نظرية تشغيل الفرملة ذات الكهرومغناطيسية :

عند توصيل التيار الكهربى للمحرك فإن ملف البوبينة يغذى بالتيار المستمر، فيجذب القلب المغناطيسى للبوبينة أعضاء نقل الحركة للفرملة، فيتحرر الجزء الدوار للفرملة ويدور المحرك، ولكن عند انقطاع التيار الكهربى عن المحرك ينقطع التيار الكهربى عن البوبينة تباعًا، ويعود القلب المغناطيسى لوضعه الطبيعى، ويقوم ياى الإرجاع حينئذ بإعادة تيل الفرملة لوضعه الطبيعى فيتوقف المحرك فى الحال. والشكل (٣-٤٤ ب) يوضح نظرية تشغيل الفرملة الكهرومغناطيسية، وفيما يلى الرمز الكهربى لمحرك مزود بفرملة كهرومغناطيسية أثناء دورانه وأثناء توقفه.



٣ / ٨ – المفاتيح اليدوية الدوارة :

الشكل (٣ - ٤٥) يبين أحد هذه المفاتيح الدوارة وأيضًا تركيبها الداخلى. وهناك العديد من الاستخدامات لهذه المفاتيح نذكر منه ما يلى :

١ – مفاتيح التحكم فى تشغيل المحركات.

٢ – مفاتيح رئيسية لفصل ووصل الدوائر الكهربية.

٣ – مفاتيح أمان توضع بجوار الآلات المختلفة داخل المصانع لأغراض الصيانة.

٤ – مفاتيح تحكم وتستخدم فى التحكم اليدوى للعمليات الصناعية.

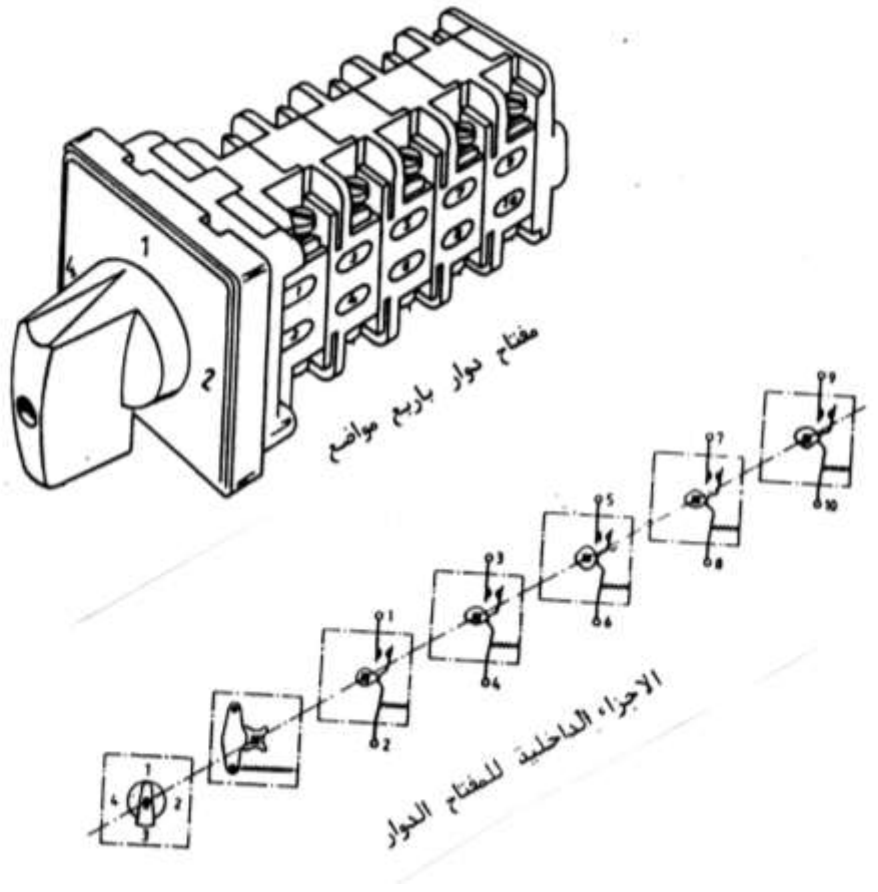
٥ – مفاتيح اختيار لأجهزة القياس.

٦ – مفاتيح لتشغيل ماكينات اللحام حيث تتحكم فى الجهد المستخدم فى اللحام.

٧ – مفاتيح لتشغيل السخانات حيث تتحكم فى قدرة السخان بتغيير طريقة توصيل عناصره.

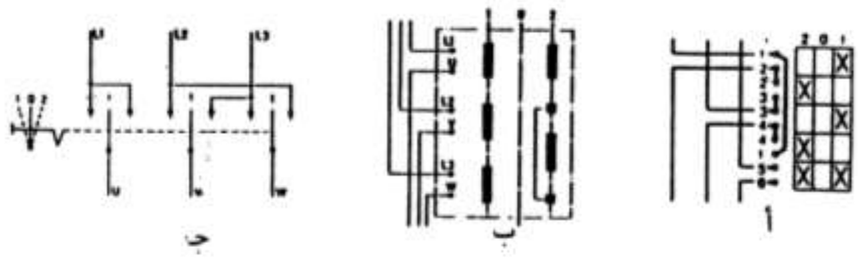
٨ – مفاتيح إنارة وتستخدم فى تشغيل جميع أنواع اللمبات.

وتستخدم رموز مختلفة لتمثيل هذه المفاتيح تختلف من شركة لأخرى، وسوف نستعرض الطرق الأكثر انتشاراً.



الشكل (٣ – ٤٥)

والشكل (٣-٤٦أ،ب، ج) يبين ثلاث طرق مختلفة لتمثيل مفتاح يدوى لعكس الحركة، وهذا المفتاح له ثلاثة أوضاع تشغيل 0 إيقاف، 1 يمين، 2 يسار. وفى الشكل (أ، ب) توضع الأرقام الدالة على أوضاع التشغيل فى أعلى المستطيل الممثل للمفتاح.



الشكل (٣-٤٦)

أما فى (الشكل ج) توضح أوضاع التشغيل على يسار المفتاح، ويرسم وضع التشغيل الحالى بخط مستمر. وفى الأشكال (أ، ب) توضح نقاط التوصيل للمفتاح على يسار المستطيل، وفى(الشكل) أ تستخدم العلامة X للدلالة على وجود اتصال بين النقط المقابلة لها، بينما فى (الشكل) ب يرسم مستطيل مظلل أمام النقاط التى بينها اتصال تحت أوضاع التشغيل المختلفة.

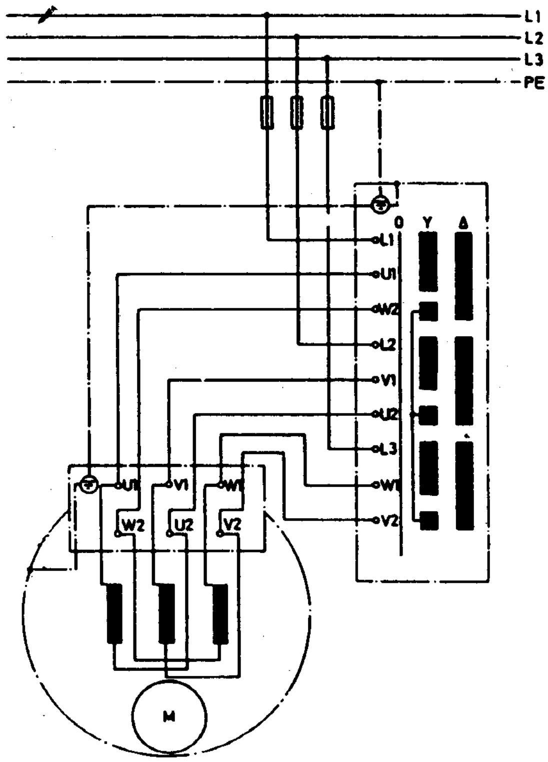
وبعد أن تعرفنا على الطرق الأكثر انتشاراً لتمثيل المفاتيح اليدوية الدوارة سنتناول الأنواع المختلفة للمفاتيح حسب الاستخدام فى الفقرات التالية.

٣ / ٨ / ١ - المفاتيح اليدوية للمحركات:

تحتاج المفاتيح اليدوية المستخدمة فى التحكم فى المحركات فهمًا خاصًا من قبل المشغلين، فعلى سبيل المثال ينبغى على المشغل معرفة اللحظة المناسبة للانتقال من وضع Y إلى وضع Δ عند بدء المحرك نجما دلتا. باستخدام المفتاح اليدوى للبدء نجما دلتا.

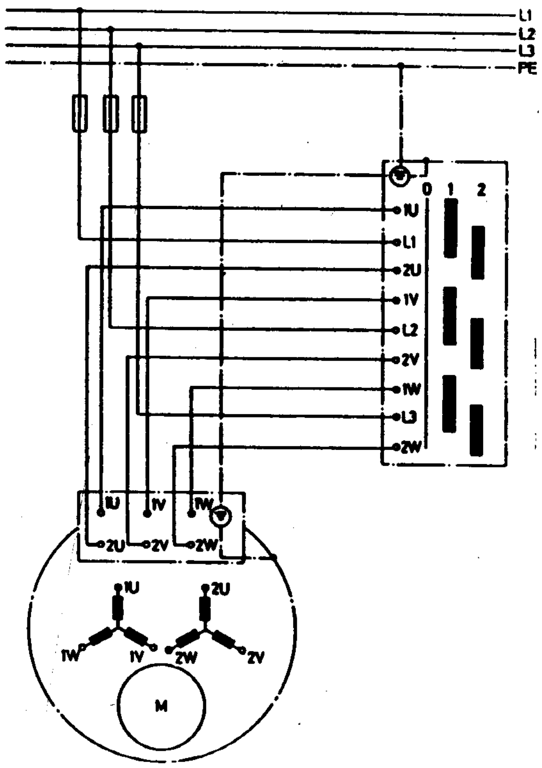
والشكل (٣-٤٧) يبين دائرة بدء محرك نجما دلتا يدويًا باستخدام مفتاح نجما -

دلتا مستخدمًا الطريقة الثانية فى تمثيل المفاتيح اليدوية. وكما هو واضح من هذا الشكل أن المفتاح اليدوى له ثلاثة أوضاع تشغيل 0, Y, Δ فعند وضع المفتاح على وضع 0 يتوقف المحرك وعند وضع المفتاح على وضع Y تتصل النقاط L1 مع U1 و L2 مع V1 و L3 مع W1 ويحدث قصر بين (U2,V2, W2) ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما.



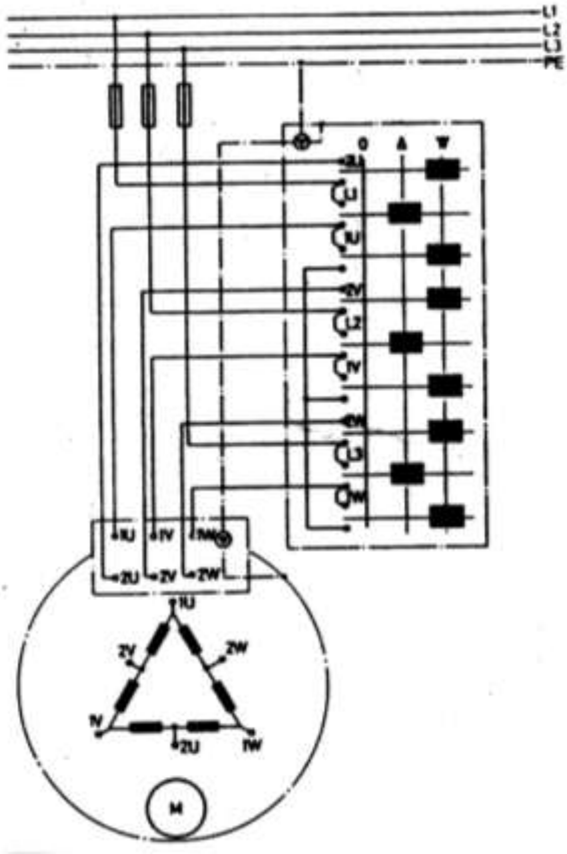
الشكل (٣-٤٧)

أما عند وضع المفتاح على الوضع Δ تتصل النقاط L1 مع (W2, U1) و L2 مع (U2, V1) و L3 مع W1 و V2 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا، وفى الشكل ٣ - ٤٨ دائرة تشغيل محرك بمجموعتين من الملفات المنفصلة يدويًا، وكما هو واضح من هذا الشكل أن المفتاح اليدوى المستخدم له ثلاثة أوضاع، وهى (0,1, 2) فالوضع 0 يستخدم لإيقاف المحرك والوضع 1 يستخدم لتوصيل ملف المحرك ذات السرعة البطيئة، والتى أطرافه هى (1U, 1V, 1W) مع أطراف المصدر الكهربى (L1, L2, L3) ليدور المحرك بالسرعة البطيئة. والوضع 2 يستخدم لتوصيل ملف المحرك ذات السرعة العالية والتى أطرافه هى (2U, 2V, 2W) مع أطراف المصدر الكهربى ليدور المحرك بالسرعة العالية.



الشكل (٣-٤٨)

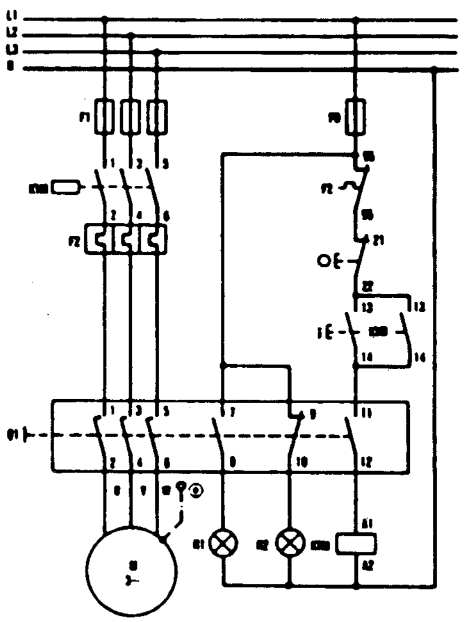
وفى الشكل (٣-٤٩) دائرة تشغيل محرك بملف دالندر يدويًا، وكما هو واضح من هذا الشكل أن المفتاح اليدوى المستخدم له ثلاثة أوضاع وهم (0,Δ,YY) فالوضع 0 يستخدم لإيقاف المحرك، والوضع Δ يستخدم لتوصيل أطراف المحرك، (1U, 1V. W) مع أطراف المصدر الكهربى (L1, L2, L3) بالترتيب فيدور المحرك بالسرعة البطيئة. والوضع YY يستخدم لعمل قصر بين الأطراف (1U, 1V, 1W) وأيضًا لتوصيل الأطراف (2U, 2V, 2W) مع أطراف المصدر الكهربى (L1, L2, L3) فيدور المحرك بالسرعة العالية.



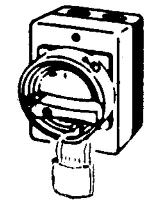
الشكل (٣-٤٩)

٣ / ٨ / ٢ - المفاتيح الرئيسية ومفاتيح الأمان اليدوية :

يوجد وجه شبه كبير بين المفاتيح الرئيسية ومفاتيح الأمان فى التركيب، ولكن هناك اختلاف فى استخدام كل منهما فالأولى تستخدم لوصل وفصل التيار الكهربى، والثانية تستخدم لأغراض الصيانة حيث يوضع مفتاح أمان بجوار كل محرك فى المصنع، وعند قيام فريق الصيانة بإجراء صيانة لأجمال هذا المحرك يوضع مفتاح الأمان أولاً على وضع 0، ولزيادة الأمان يقفل المفتاح بقفل يدوى كما هو موضح فى الشكل (٣-٥٠أ) . أما الشكل (٣-٥٠ب) فيبين المخطط الكهربى لتشغيل محرك مستخدماً مفتاح الأمان حيث تستخدم الطريقة الثالثة لتمثيل مفتاح الأمان .



ب

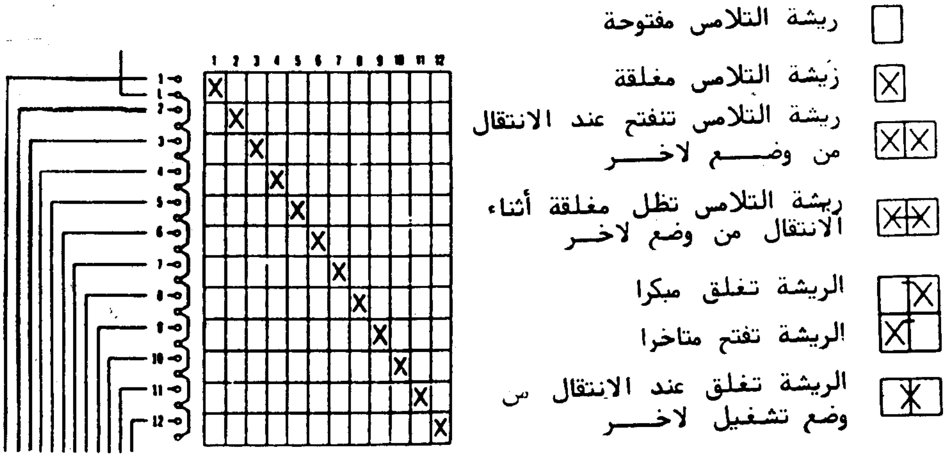


أ

الشكل (٣-٥٠)

٣ / ٨ / ٣ مفاتيح التحكم اليدوية :

هناك العديد من مفاتيح التحكم التى تقوم ببعض الوظائف فى العمليات الصناعية، نذكر منها مفتاح التحكم اليدوى ذا الأوضاع المتعاقبة، ويستخدم هذا المفتاح للتحكم فى العملية الصناعية ذات العمليات المتعاقبة يدوياً. والشكل (٣-٥١) يعرض مفتاح تحكم ذا الأوضاع المتعاقبة له إثنى عشر موضعاً تشغيل وللمفتاح مدخل واحدL يوصل بالطرف L وعدد 12 مخرج توصل بإثنى عشر حملاً وهم من (1:12) بحيث يخرج التيار الكهربى من المخرج الذى له نفس وضع التشغيل. وكما هو واضح من هذا الشكل فإن المفتاح مرسوم بالطريقة الأولى فى التمثيل، علماً بأن صورة هذا المفتاح لا تختلف عن الصورة الموضحة فى الشكل (٣-٤٥) عدا أن هذا المفتاح له اثنا عشر وضع تشغيل بدلاً من 4. ولفهم طريقة عمل هذا المفتاح هناك بعض الرموز المستخدمة فى هذه الطريقة يجب معرفتها. وهى موضحة فى الشكل (٣-٥١) أيضاً.

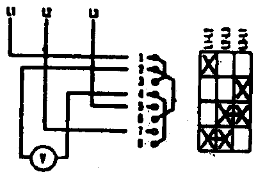


الشكل (٣-٥١)



٣ / ٨ / ٤ - مفاتيح أجهزة القياس اليدوية:

وتقوم هذه المفاتيح بتقليل عدد أجهزة القياس المستخدمة لقياس الكميات الكهربية، وهناك أنواع مختلفة من هذه المفاتيح نذكر منه ما يلى:

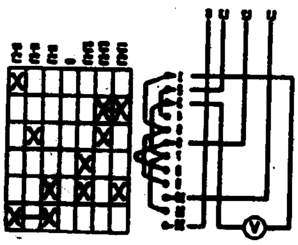


الشكل (٣-٥٢)



١ - مفتاح فولتميتر بثلاثة أوضاع لقياس الجهود الخطية لمصدر التيار الكهربى باستخدام جهاز فولتميتر واحد وأوضاع المفتاح هى (L1- L2, L2- L3, L3-L1) وهذا موضع بالشكل (٣-٥٢).

٢ - مفتاح فولتميتر بسبعة أوضاع تشغيل لقياس الجهود الخطية وجهود الأوجه

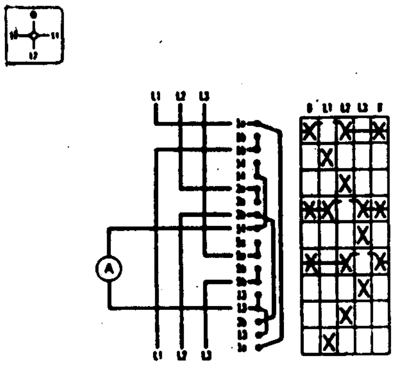


الشكل (٣- ٥٣)

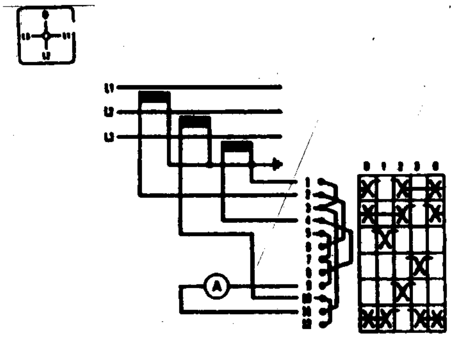
الثلاثة للمصدر الكهربى مستخدمًا جهاز فولتميتر واحد وهذا موضح بالشكل (٣- ٥٣).

٣ - مفتاح أميتر بأربعة أوضاع لقياس تيارات الأوجه الثلاثة باستخدام جهاز أميتر واحد وهذا موضح بالشكل (٣ - ٥٤).

٤ - مفتاح أميتر بأربعة أوضاع لقياس تيارات الأوجه الثلاثة من خلال أجهزة محولات وجهاز أميتر واحد، وهذا موضح بالشكل (٣-٥٥).

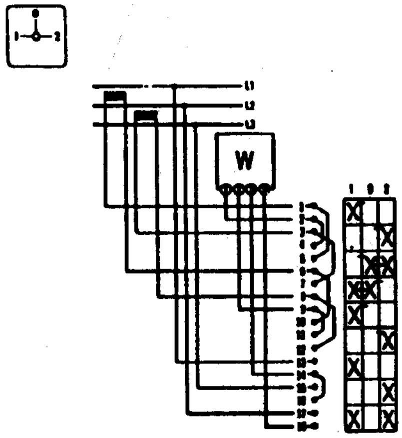


الشكل (٣-٥٤)



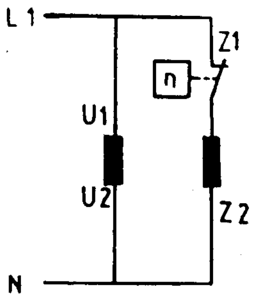
الشكل (٣-٥٥)

٥ - مفتاح جهاز قياس KW بوضعى تشغيل، ويستخدم هذا المفتاح لقياس القدرة الكهربية المسحوبة بحمل ثلاثى الأوجه متزن بواسطة جهاز واحد، معتمداً على أن القدرة المستهلكة فى الحمل المتزن تساوى مجموع قراءتى الوضعين المختلفين للمفتاح وتسمى هذه الطريقة طريقة آرون وهذا موضح بالشكل (٣-٥٦).



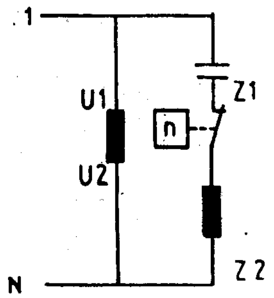
الشكل (٣-٥٦)

٣ / ٩ - المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد :



الشكل (٣ - ٥٧)

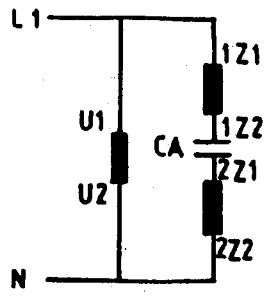
تستخدم المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد على نطاق ضيق فى لصناعة مقارنة بالمحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه، وذلك لأفضلية الثانية فى عدة أمور فمثلاً عند تساوى القدرة لمحرك ثلاثى الأوجه مع آخر أحادى الوجه فإن أبعاد المحرك الثلاثى الأوجه أصغر من الأحادى الوجه، وكذلك فإن معامل القدرة والكفاءة للمحرك الثلاثى الأوجه أفضل من مثيلتها للمحرك أحادى الوجه. وهناك عدة طرق مستخدمة لتشغيل المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه نذكر منها ما يلى :



الشكل (٣- ٥٨)

أ - إضافة ملف بدء مع ملف التشغيل يوصلا معًا على التوازى، ويخرج ملف البدء من دائرة المحرك عند وصول سرعة المحرك إلى 80% من السرعة المقننة بواسطة مفتاح طارد مركزى، وهذه الطريقة موضحة بالشكل (٣-٥٧).

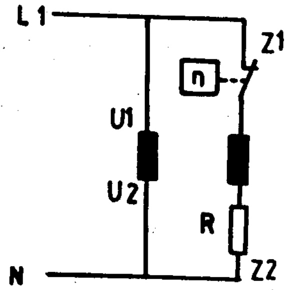
ب - إضافة ملف بدء موصل به مقاومة بدء بالتوازى مع ملف التشغيل عند البدء ويخرج ملف البدء والمقاومة من الدائرة عند وصول السرعة إلى 80% من السرعة المقننة بواسطة مفتاح طارد مركزى، وهذا موضح بالشكل (٣- ٥٨).



الشكل (٣ - ٥٩)

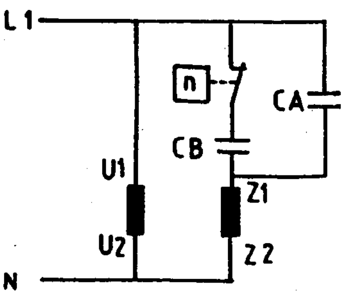
جـ - إضافة ملف بدء موصل به مكثف بدء، وذلك بالتوازى مع ملف التشغيل عند البدء ويخرج ملف البدء والمكثف من الدائرة عند وصول السرعة إلى 80% من السرعة المقننة بواسطة مفتاح طارد مركزى وهذا موضح بالشكل (٣-٥٩).

د - إضــافــة ملف بدء مــوصل به مكثف بدء ومكثف تشغيل، ويوصلان بالتوازى مع ملف التشغيل ويخرج مكثف البدء بواسطة مفتاح طارد مركزى عند وصول السرعة إلى 80% من الســـرعـــة المقننة وهذا مـــوضح بـالشكل (٣-٦٠).



الشكل (٣ - ٦٠)

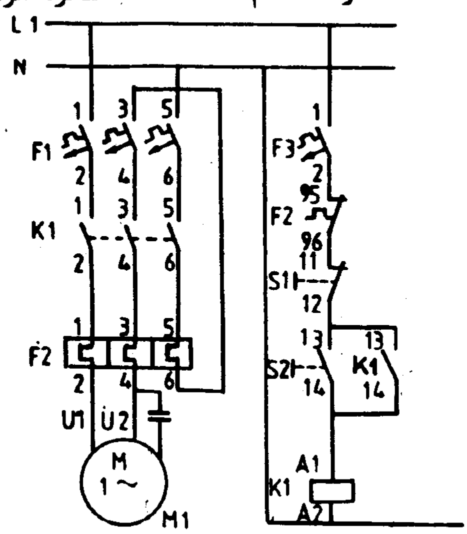
هـ - إضــافــة ملفى بدء مــوصلين مــعــًا بواسطة مكثف ويوصلا بالتوازى مع ملف التشغيل، وهذه الطريقة مـوضحـة بالشكل (٣-٦١) علمًا بأن هذه الطريقة يفضل استخدامها فى المحركات التى يتم عكس حركتها.



الشكل (٣- ٦١)

٣ / ٩ / ١ - التحكم فى تشغيل محرك وجه واحد:

فى الشكل (٣ - ٦٢) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وإيقاف محرك استنتاجى وجه واحد.



الشكل (٣ - ٦٢)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضـاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K1 فيدور المحرك وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار للملف الكونتاكتور K1 ويتوقف المحرك.

٣ / ٩ / ٢ - عكس حركة محرك استنتاجى واجه واحد:

فى الشكل (٣ - ٦٣) الدائرة

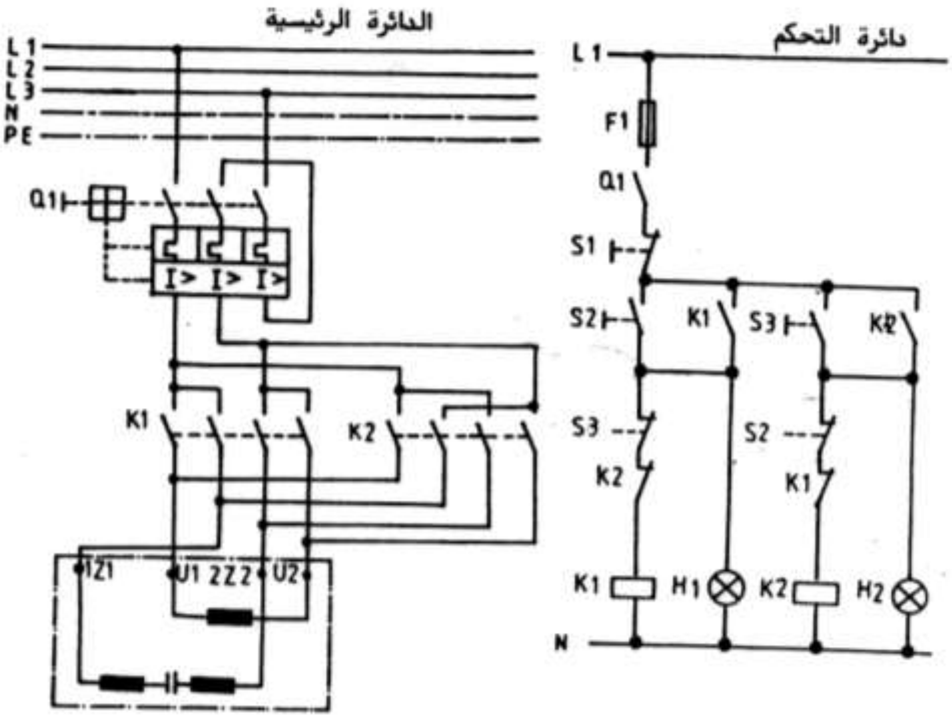
الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك استنتاجي وجه واحد.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 فيدور المحرك جهة اليمين نتيجة لاتصال الطرف U1 مع كل من (L1, 1Z1) وكذلك الطرف U2 مع كلاً من (N, 2Z2).

وعند الضغط على الضاغط S3 ينقطع مسار التيار لبوبينة K1 ويكتمل مسار التيار لبوبينة K2 ويدور المحرك جهة اليسار نتيجة لاتصال الطرف U1 مع كلٌ من (L1, 2Z2) وكذلك الطرف U2 مع كل من (N, 1Z1).

ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S1 سواء كان المحرك دائرًا جهة اليمين أو جهة اليسار.

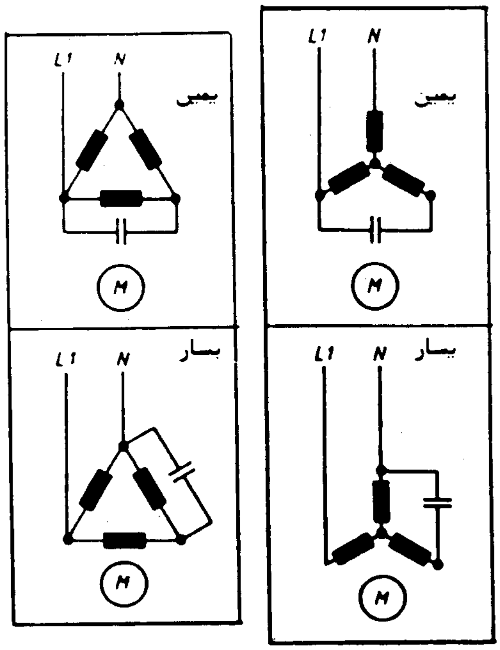


الشكل (٣ – ٦٣)

٣/٩/٣ - دوائـــــــــــــر سنتيمتز :

الشكل (٣ - ٦٤) يبـين دوائر استنمـيـتـز لتـحـويل المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجـه إلى أحـادية الوجـه. فـالشكل (أ) يبـين طريقـة تحـويل مـحـرك ثلاثي الأوجـه موصل دلتا إلى محرك أحادى الوجه وكيفية عكس حركته.

وكذلك فإن الشكل (ب) يبين طريقـة تحـويل مـحـرك ثلاثى الأوجه موصل نجما إلى محرك أحادى الوجه وكذلك كيفية عكس حركته. وعموماً فإن سعة المكثفات المستخدمة لتحويل المحركات ثلاثية الأوجه



شكل (٣ - ٦٤)

إلى أحادية الوجه تعتمد على تردد المصدر وجهد الخط المستخدم لتشغيل المحرك الأحادى الوجه وقدرة المحرك بالكيلووات. علماً بأنه إذا كان جهد التشغيل للمحرك ثلاثى الأوجه Δ/Y هو 220/380V فإن ملفات المحرك توصل نجما إذا كان جهد المصدر 220V وتتبع نفس الطريقة عند تحويل المحرك إلى محرك وجه واحد.

فإذا كان جهد المصدر 220V وصلت ملفات المحرك كما بالشكل (أ) وإذا كان جهد المصدر 380V وصلت ملفات المحرك كما بالشكل ب والجدول (٣-٢) يبين سعة المكثفات اللازمة لتحويل محرك ثلاثى الأوجه إلى أحادى الوجه عندما يكون تردد المصدر 50HZ أو 60HZ.

الجدول (٣ - ٢)

جهد التشغيل للمحرك أحادي الوجه بالفولت	220	380
سعة المكثف بالميكروفارد لكل كيلووات من قدرة المحرك	70	20

ملاحظات :

١ - الفقد عند اللاحمل للمحركات الثلاثية الأوجه والتى تعمل كأحادية الوجه كبيرة وينتج عن ذلك ارتفاع لدرجة حرارة المحرك.

٢ - تيار التشغيل للمحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه والتى تعمل كأحادية الوجه، يختلف عن تيار التشغيل عندما تعمل كثلاثية الأوجه، أما عزم البدء عند التوصيل بمصدر أحادى الوجه يساوى من 20% إلى 30% من عزم البدء عند التوصيل بمصدر ثلاثى الأوجه، ويمكن زيادة عزم البدء عند توصيله بمصدر أحدى الوجه، وذلك باستخدام مكثف بدء يوصل بالتوازى معه مكثف التشغيل ويخرج من الدائرة عندما تصل سرعة المحرك إلى 80% من لسرعة المقننة، وذلك بواسطة مفتاح طارد مركزى حيث إن($C2=2C1$) و $C2$ هو مكثف البدء و $C1$ هو مكثف التشغيل.

٣ - لا تستخدم دوائر إستنميتز عادة إلا مع المحركات التى تقل قدرتها عن 2KW.

٣ / ١٠ - أجهزة البدء الإلكترونية للمحركات الاستنتاجية :

Solid - State Motor - Starters

بعد أن تعرفنا فى الفقرات السابقة على الأنظمة المختلفة لبدء المحركات الاستنتاجية جاء الدور لعرض أجهزة البدء الإلكترونية للمحركات الاستنتاجية ثلاثية

الأوجه لما لها من انتشار واسع فى مجال الصناعة.

وتقوم هذه الأجهزة بالتحكم فى جهد المصدر فتقلله عند البدء ليصل إلى 0.4Vn ثم يزداد الجهد تدريجيًا وصولاً إلى جهد التشغيل العادى Vn وبهذه الطريقة يبدأ المحرك دورانه بنعومة وصولاً للسرعة المقننة.

وتزود هذه الأجهزة بأماكن لضبط كلاً من:

١ - زمن البدء والذى يتراوح ما بين (0.50:60S) حسب نوع الحمل.

٢ - أقصى قيمة لتيار البدء ويتراوح ما بين ($1: 4.5I_N$).

٣ - تيار المحرك I_N.

ومن أهم الأنواع الموجودة فى الأسواق أجهزة GRADIVAR VR2 المصنعة بشركة تليميكنيك الفرنسية، وكذلك أجهزة SIKOSTART 3RW10 والمصنعة بشركة سيمنز الألمانية.

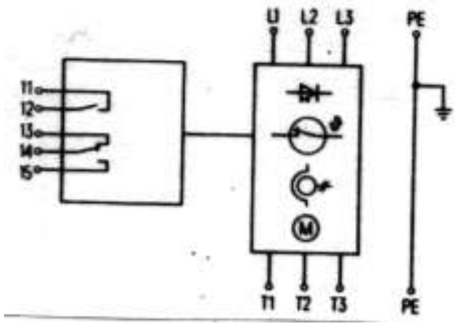
علمًا بأنه يوجد أنواع من هذه الأجهزة لا تتحكم فى عمليات البدء فقط ولكن تتحكم فى عمليات التوقف أيضًا حيث تمنع عملية التوقف المفاجئ الذى يضر ببعض الأحمال بل تجعلها ناعمة وذلك بتقليل الجهد من الجهد الكامل إلى الصفر أثناء التوقف، **ومن أهم مميزات أجهزة البدء الإلكترونية هى:**

١ - زيادة عمر المحركات.

٢ - زيادة عدد مرات البدء فى الساعة بدون خوف.

٣ - التحكم فى منحنى خواص المحرك عند البدء ليناسب الحمل.

والشكل (٣ - ٦٥) يبين طريقة توصيل أجهزة البدء الإلكترونية SIKOSTART 3RW1025 مع المصدر والمحرك.



الشكل (٣ – ٦٥)

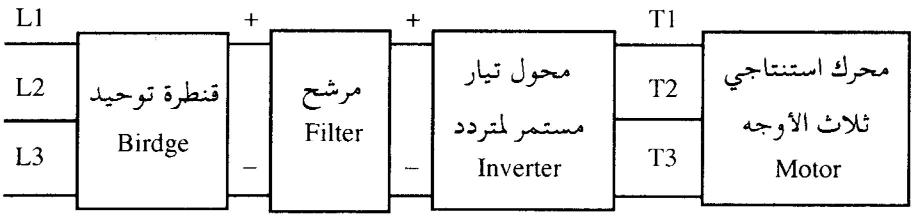
٣ / ١١ – الأجهزة الإلكترونية للتحكم فى سرعة المحركات :

Variable Speed Controllers

بعد أن تعرفنا فى الفقرات السابقة على الأنظمة المختلفة للحصول على سرعتين أو ثلاث أو أربع سرعات للمحركات الاستنتاجية ثلاثية الوجه جاء الدور لعرض الأجهزة الإلكترونية للتحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية للحصول على عدد لا نهائى من السرعات بسهولة ويسر. ويبنى عمل هذه الأجهزة على التحكم فى تردد المصدر للتحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية للحصول على عدد لا نهائى من السرعات بسهولة ويسر. ويبنى عمل هذه الأجهزة على التحكم فى تردد المصدر للتحكم فى سرعة المحركات والشكل (٣ – ٦٦) يبين العناصر الأساسية المكونة لهذه الأجهزة.

وهى :

١ – قنطرة توحيد Birdge لتحويل التيار المتغير لتيار مستمر سواء كان المصدر أحادى الوجه أو ثلاثى الوجه.



الشكل (٣ – ٦٦)

٢ – مرشح **Filter** لترشيح التيار المستمر الموحد .

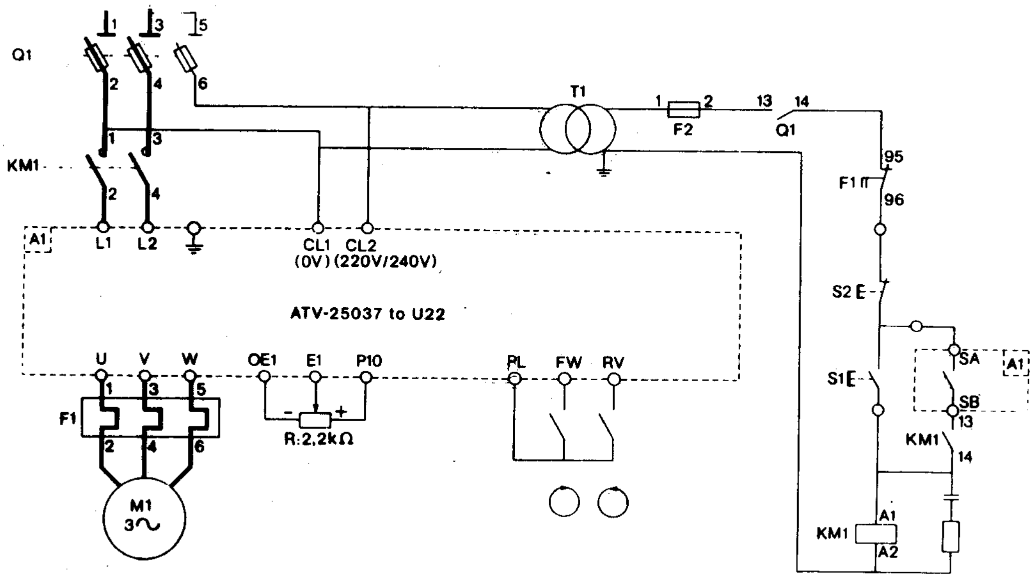
٣ – محول تيار مستمر لتيار متغير **Inverter** حيث يقوم بتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد بالتردد المناسب للسرعة المطلوبة ويتراوح هذا التردد ما بين (1-67ZH) .

وتستخدم أجهزة التحكم فى السرعة الإلكترونية فى قطاعات صناعية عديدة نذكر منها أجهزة تداول الخامات مثل النواقل وسيور النقل والأوناش وصناعة الغزل والنسيج وآلات الورش وماكينات التعبئة والضواغط الطاردة المركزية . . . الخ .

ومن أهم الأنواع الموجودة فى الأسواق أجهزة **STATOVAR** المصنعة بشركة تليميكنيك الفرنسية للتحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات العضو الدوار الملفوف وكذلك أجهزة **ALTIVAR** المصنعة بشركة تليميكنيك الفرنسية للتحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية الثلاثية الوجه ذات القفص السنجابى، أما أجهزة ALTIVAR فتتواجد بصورتين هما :

١ – أجهزة تعمل بمصدر أحادى الوجه.

فتغذى هذه الأجهزة بمصدر أحادى الوجه 220/240V للتحكم فى سرعة محرك استنتاجى يعمل عند جهد 380V وذلك عند دورانه اتجاه اليمين أو اتجاه اليسار والشكل (٣ – ٦٧) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لمحرك يتم التحكم فى بهذا النوع من الأجهزة .



الشكل (٣ – ٦٧)

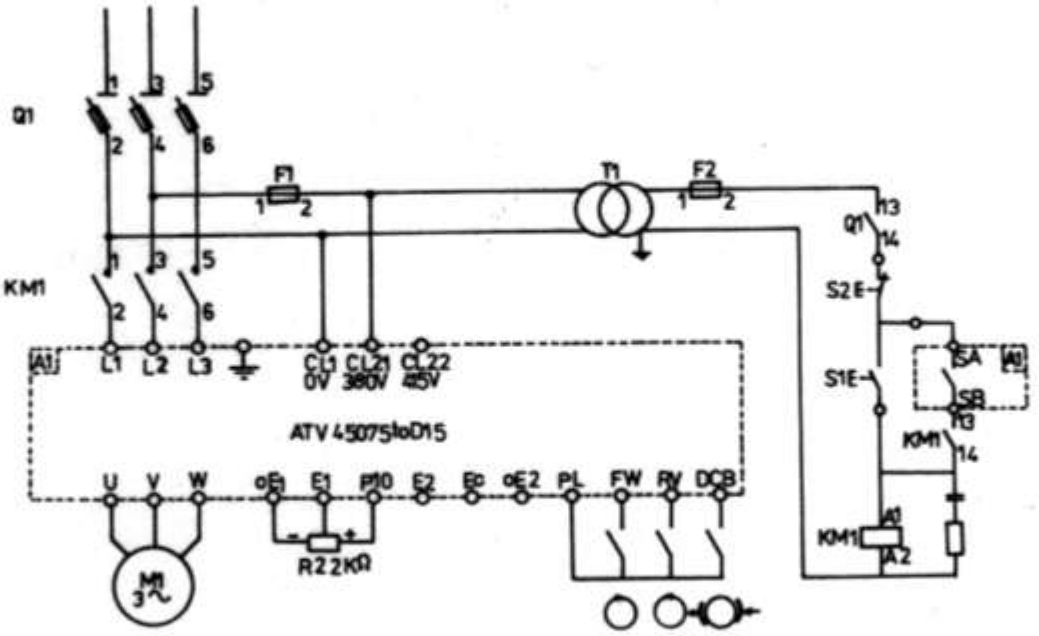
محتويات الشكل السابق :

ضاغط إيقاف A1 حاكم السرعة ALTIVAR.	S2
ضاغط التشغيل .	S1
مجزى جهد لتحديد سرعة المحرك المطلوبة.	R
ضاغط اختيار الدوران جهة اليمين.	S3
ضاغط اختيار الدوران جهة اليسار.	S4

٢ – أجهزة تعمل بمصدر ثلاثي الأوجه :

وتغذى هذه الأجهزة بمصدر ثلاثى الأوجه للتحكم فى سرعة محرك استنتاجى يعمل عند نفس جهد المصدر وذلك عند دورانه جهة اليمين أو اليسار وكذلك تقوم هذه الأجهزة بتوفير إمكانية توقف بفرملة المحرك بفرملة والشكل(٣ – ٦٨) يبين الدائرة

الرئيسية ودائرة التحكم لمحرك يتم التحكم فيه بأجهزة ALTIVAR تعمل بمصدر ثلاثى الأوجه 380 V/415V, 50/60 Hz .



الشكل (٣ – ٦٨)

لا تختلف محتويات الشكل (٣ – ٦٨) عن الشكل (٣ – ٦٧) إلا فى إضافة الضاغط SS وهو ضاغط فرملة المحرك وتمتاز هذه الأجهزة بتوفير معظم أنواع الحمايات المطلوبة للمحرك مثل حماية ضد القصر وزيادة ونقص الجهد وزيادة الحمل.

الباب الرابع

دوائر محركات التيار المستمر والمحركات التزامنية

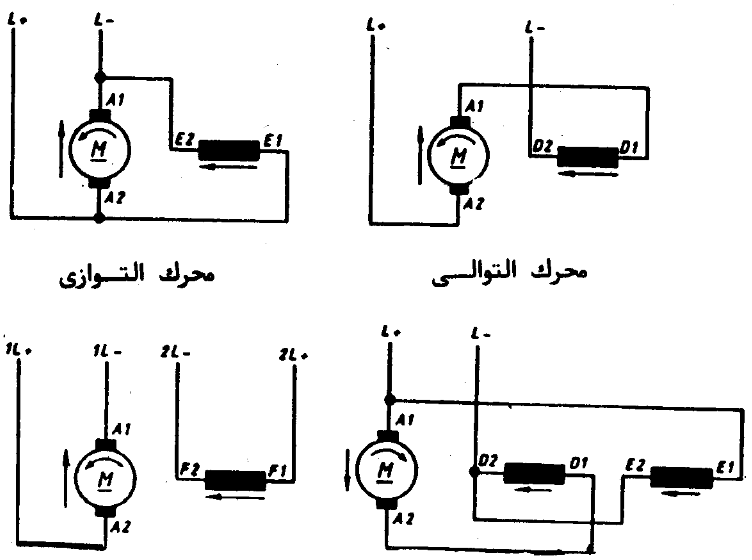
دوائر محركات التيار المستمر والمحركات التزامنية

٤ / ١ – محركات التيار المستمر :

تعتمد خواص محركات التيار المستمر على طريقة توصيل ملفات المجال مع أطراف عضو الاستنتاج والشكل (٤–١) يوضح الأنواع المختلفة لمحركات التيار المستمر تبعًا لطريقة توصيلها وهى :

أ – محرك التوازى. ب – محرك التوالى.

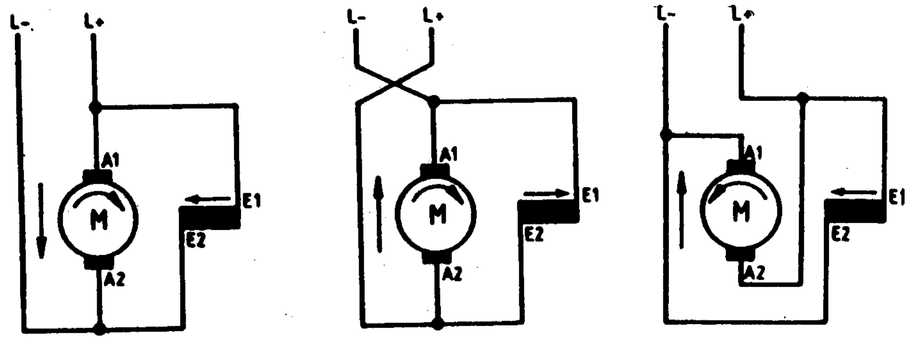
ج – المحرك ذو المجال المنفصل. د – المحرك المركب.



الشكل (٤–١)

ولعكس اتجاه دوران التيار المستمر يجب عكس قطبي التيار المار في عضو الاستنتاج أو عكس قطبية التيار المار في ملفات المجال. والشكل (٤-٢أ) يبين طريقة توصيل ملفات المجال مع عضو الاستنتاج بالمصدر الكهربي لإدارة محرك التوازي.

أما الشكل (٤-٢ب) يبين كيفية عكس قطبية التيار المار في ملفات عضو الاستنتاج لعكس اتجاه دوران المحرك.



ج ب أ

الشكل (٤-٢)

٤ / ١ / ١ - المفاتيح الكهرومغناطيسية العاملة بالتيار المستمر :

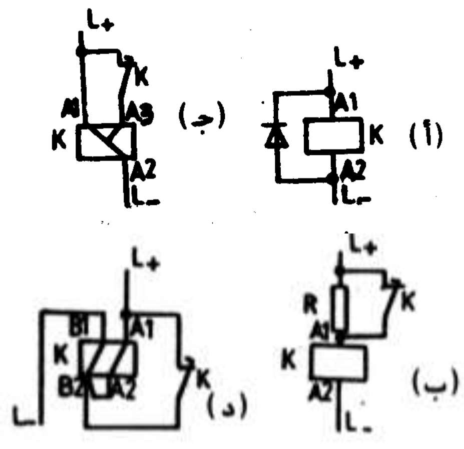
يندرج تحت المفاتيح الكهرومغناطيسية العاملة بالتيار المستمر ما يلي:

١- الكونتاكتورات العاملة بالتيار المستمر

٢- الريليهات العاملة بالتيار المستمر

ولمعرفة المزيد عن المفاتيح الكهرومغناطيسية ارجع للفقرة ١/٤/١، ١/١/٥.

والشكل (٤-٣) يبين الأنواع المختلفة للمفتاتيح الكهرومغناطيسية العاملة بالتيار المستمر وهم كالآتي:



الشكل (٤-٣)

أ – مفتاح كهرومغناطيسى بدايود الحدافة ويقوم هذا الدايود بتفريغ شحنة ملف المفتاح عند فصل التيار الكهربى عنه، لمنع حدوث قوس كهربى عند مكان الفصل كما بالشكل (أ).

ب – مفتاح كهرومغناطيسى بمقاومة توفير وتقصر هذه المقاومة بريشة مغلقة من المفتاح الكهرومغناطيسى وهذه الريشة تؤخر عند الفتح، وعند وصول تيار كهربى لملف المفتاح فإن جهد المصدر سوف يسلط على أطراف الملف A1, A2، فيمر تيار مغنطة كبير قادر على إتمام تشغيل المفتاح الكهرومغناطيسى، ويسمى هذا التيار (تيار التلقيط) وبعد مرور فترة زمنية من التشغيل تفتح الريشة المغلقة التى تقصر المقاومة، فتصبح مقاومة التوفير على التوالى مع الملف فينقطع جزء كبير من جهد التحكم فى هذه المقاومة (R) وبالتالى يقل تيار المغنطة، ولكنه على كل حال كافٍ لاستمرار تشغيل المفتاح، ويسمى هذا التيار عادة تيار الإمساك، و النسبة بين تيار التلقيط إلى تيار الإمساك تساوى 1:15، وأهم وظائف مقاومة التوفير هى منع ارتفاع درجة حرارة ملف المفتاح الكهرومغناطيسى.

ج – مفتاح كهرومغناطيسى A2–A3 بملف له نقطة منتصف، حيث توصل نقطة المنتصف للملف A3 ببداية الملف A1 من خلال ريشة مغلقة للمفتاح تتأخر عند الفتح، وعند توصيل ملف المفتاح الكهرومغناطيسى بمصدر الجهد فإن الجهد فى البداية سوف يسلط على شق الملف A2–A3، فيمر تيار مغنطة كبير قادر على تشغيل المفتاح ويسمى هذا التيار تيار التلقيط، وبعد مرور فترة زمنية من لحظة عمل المفتاح تفتح ريشة المفتاح المغلقة ذات التأخير الزمنى التى تصل النقطة A1 بالنقطة A3، وبالتالى يصبح جهد التحكم مسلطًا على الملف بأكمله فيقل تيار المغنطة، ولكنه كاف للمحافظة على استمرارية التشغيل، ويسمى هذا التيار تيار الإمساك والنسبة بين تيار التلقيط: تيار الإمساك هى 1:15 أيضاً.

د – مفتاح كهرومغناطيسى بملفين منفصلين حيث توصل نهاية الملف الأول بنهاية الملف الثانى، ويقصر الطرف A1 مع الطرف المشترك B2-A2 بواسطة ريشة مغلقة تتأخر عند الفتح للمفتاح وعند توصيل الطرف A1 والطرف B1 بالمصدر الكهربى يكون جهد التحكم مسلطًا على الملف الثانى فقط B1- B2 فيمر تيار التلقيط اللازم لتشغيل المفتاح الكهرومغناطيسى، وبعد تأخير زمنى تفتح الريشة التى تصل الطرف A1 مع الطرف المشترك B2- A1 فيصبح ملفا المفتاح

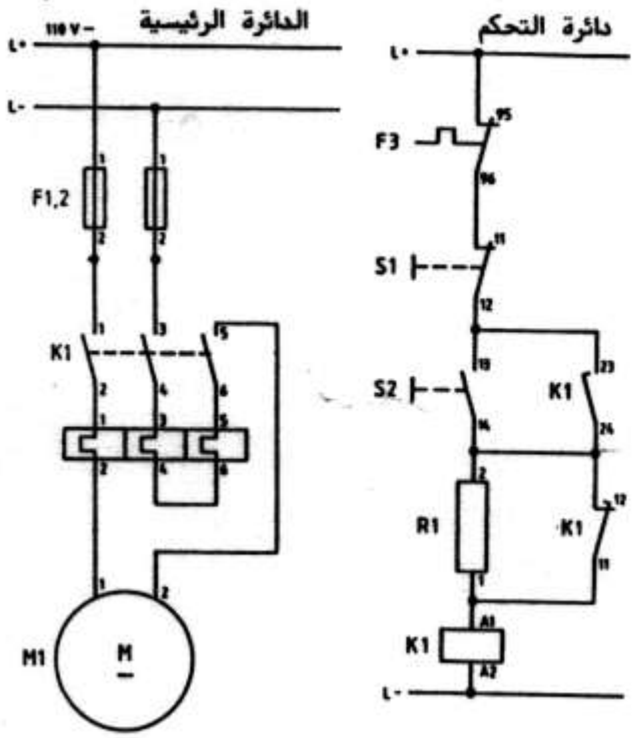
الكهرومغناطيسى موصلين على التوالى فيمر تيار الإمساك الذى يحافظ على استمرارية التشغيل.

٤ / ١ / ٢ - التحكم فى تشغيل محرك تيار مستمر نوع التوازى:

فى الشكل (٤-٤) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل محرك تيار مستمر نوع التوازى.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 فيتمغمط ويدور المحرك وبعد تأخير زمنى تفتح الريشة K1 التى تقصر المقاومة R، فتصبح المقاومة على التوالى مع الملف فيقل تيار المغنطة للملف، وبالتالى لا ترتفع درجة حرارة الملف. ويمكن إيقاف المحرك بواسطة الضاغط S0.



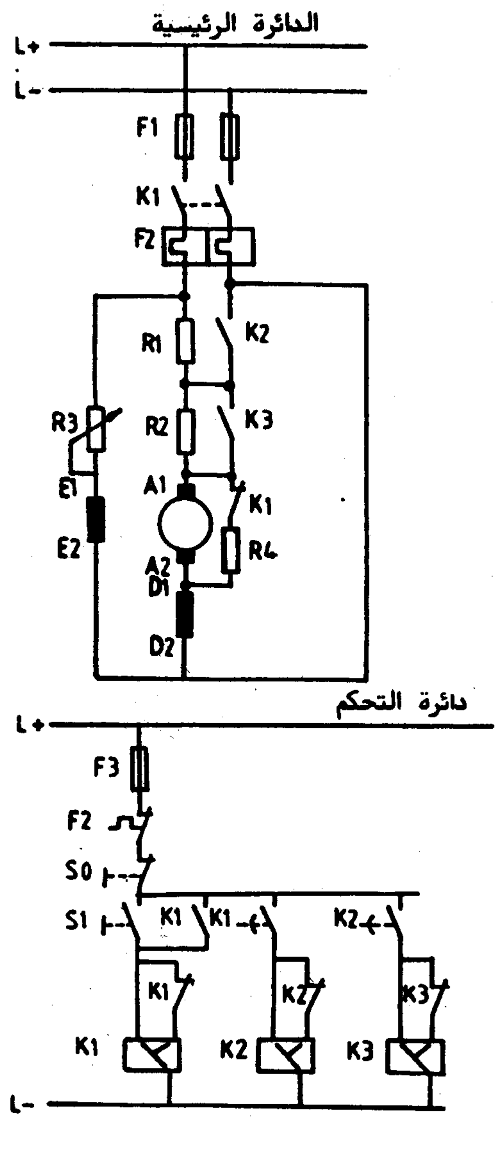
الشكل (٤-٤)

٤ / ١ / ٣ - بدء حركة محرك تيار مستمر مركب:

الدئرة الرئيسية ودائرة التحكم موضحة بالشكل (٤-٥).

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار لملف K1، فيعمل المحرك ويدور المحرك ولكن مع وجود مقاومتين على التوالى مع عضو الاستنتاج، فيقل تيار البدء للمحرك ويمسك مسار التيار ذاتياً لملف K1 بواسطة ريشة التغذية الذاتية للكونتاكتور، وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت الهوائى المثبت على الكونتاكتور K1 تنغلق الريشة المفتوحة للمؤقت الهوائى فيكتمل مسار التيار لملف K2، فيقوم الكونتاكتور K2 بعمل قصر على المقاومة R1 فتخرج هذه المقاومة من دائرة المحرك، وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت



الشكل (٤-٥)

الزمنى الهوائى المثبت على الكونتاكتور K2. تنغلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار التيار لملف K3 فيقوم الكونتاكتور K3 بعمل قصر على المقاومة R2، فتخرج هذه المقاومة هى الأخرى ضمن دائرة المحرك، وبالتالى تكون المقاومتان قد خرجتا من دائرة المحرك. وعند الضغط على الضاغط S0 ينقطع مسار التيار لملفات الكونتاكتور K1,

K2, K3 فيتوقف المحرك بفرملة نتيجة لدخول المقاومة R4 بالتوازى مع عضو الاستنتاج.

علمًا بأنه يمكن تغيير سرعة المحرك أثناء الدوران العادى بواسطة المقاومة K3.

ملاحظة:

الكونتاكتورات المستخدمة فى دائرة التحكم السابقة بملف له نقطة منتصف، وبالطبع فإن فكرة عملها سبق وأن تناولناها فى الفقرة ٤ / ١ / ١.

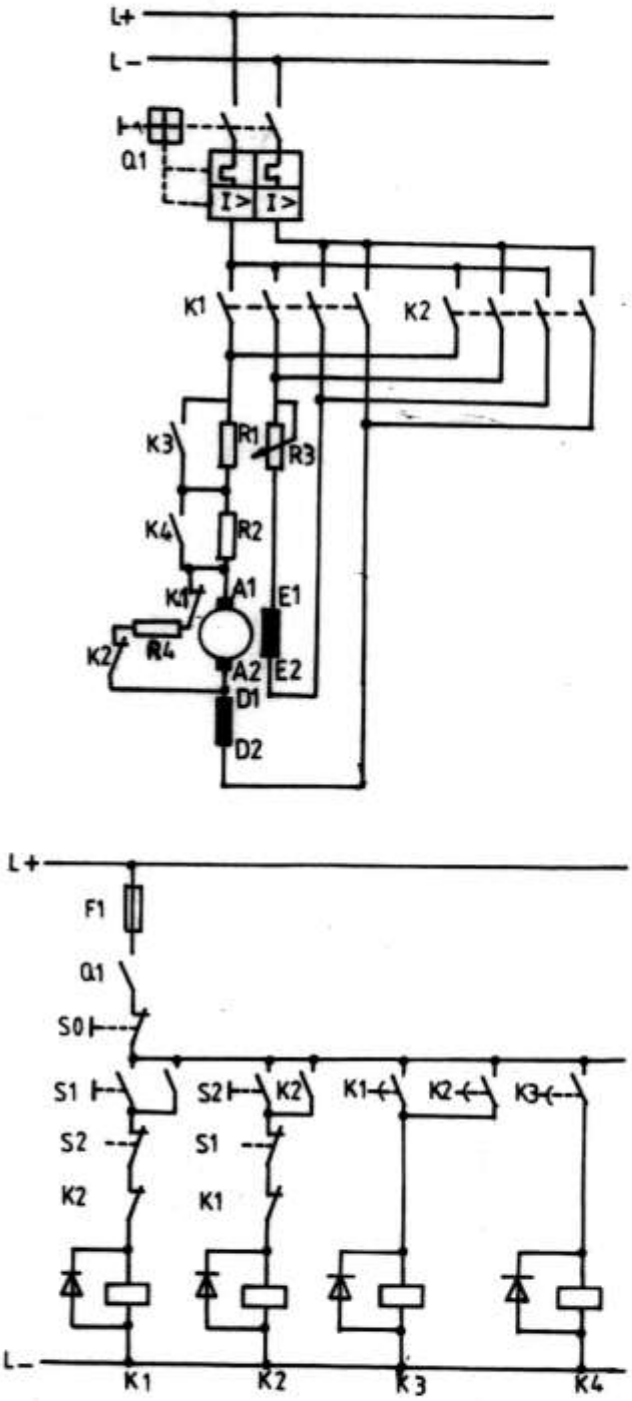
٤ / ١ / ٤ - عكس حركة محرك مركب يبدأ بمقاومة بدء:

الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم موضحة بالشكل (٤-٦).

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1، فيتمغنط ويحدث إمساك ذاتى لمسار التيار للملف بواسطة ريشة التغذية الذاتية للكونتاكتور، وفى نفس الوقت يدور المحرك مع دخول مقاومات البدء على التوالى مع عضو الاستنتاج فيقل تيار البدء، فيقل تيار البدء نتيجة لذلك وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت الهوائى المثبت على الكونتاكتور K1، يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K3 فيتمغنط ويعمل الكونتاكتور K3 على إحداث قصر على المقاومة R1 وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت الهوائى المثبت على الكونتاكتور K3. يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K4 فيتمغنط ويعمل الكونتاكتور على إحداث قصر على المقاومة R2 وبالتالى تكون المقاومتان قد خرجتا من دائرة المحرك.

ويمكن عكس حركة المحرك مباشرة بالضغط على الضاغط S2، ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S0 فيتوقف المحرك ولكن بفرملة نتيجة لدخول المقاومة R4 بالتوازى مع عضو الاستنتاج، علمًا بأنه يمكن التحكم فى سرعة المحرك بالتحكم فى قيمة المقاومة R3.



L+
L−
Q1
I>
I>
K1
K2
K3
R1
R3
K4
R2
K1
A1
E1
K2
R4
A2
E2
D1
D2
L+
F1
Q1
S0
S1
S2
K2
K1
K2
K3
S2
S1
K2
K1
L−
K1
K2
K3
K4

الشكل (٤-٦)

٤ / ٢ - المحركات التزامنية :

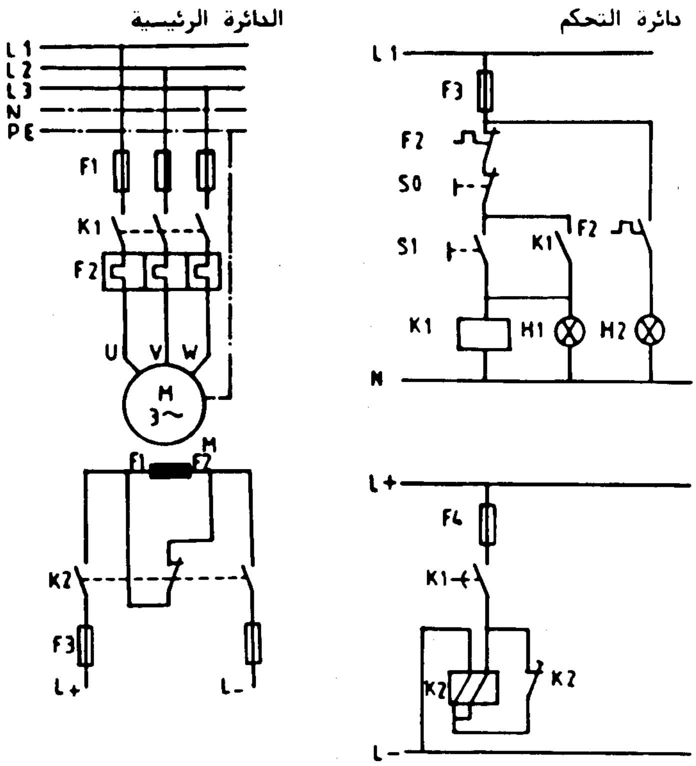
تعد المحركات التزامنية أحد العناصر الهامة المستخدمة فى تحسين معامل القدرة فى الصناعة فبالإضافة إلى أنها تقوم بإدارة الأحمال التى تحتاج إلى سرعة ثابتة لا تتأثر بتغير الأحمال فإنها تقوم أيضًا بتحسين معامل القدرة للمصنع، وذلك بالتحكم فى شدة تيار المجال للمحركات التزامنية، ومن المعروف أن المحرك التزامنى يتكون من عضو ثابت يحمل ملفات التيار المتردد ثلاثية الأوجه أو أحادية الوجه، أما العضو الدوار فيحمل ملفات المجال والتى تغذى بالتيار المستمر فإذا كان تيار المجال معتدلاً كان معامل القدرة للمحرك الوحدة وإذا كان تيار المجال منخفضًا كان معامل القدرة للمحرك متأخرًا أما إذا كان تيار المجال زائدًا كان معامل القدرة للمحرك متقدمًا وبهذه الطريقة يمكن التحكم فى معامل القدرة للمحركات التزامنية، وبالطبع هذا غير متوفر فى المحركات الاستنتاجية لأن معامل قدرتها متأخر دائمًا، وعادة تصمم المحركات التزامنية للبدء كمحرك استنتاجى، ثم تدور كمحرك تزامنى وعمومًا فإن دوائر المحركات التزامنية لا تختلف عن دوائر المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى عدا أنها تحتاج لدائرة رئيسية ودائرة تحكم لتشغيل ملفات المجال.

وفى الشكل (٤-٧) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وإيقاف محرك تزامنى ثلاثى الأوجه.

نظرية التشغيل :

عند الضغط عيل الضاغط **S1** يكتمل مسار التيار لملف **K1** فيتمغنط ويعمل الكونتاكتور، فتوصل أطراف العضو الثابت للمحرك بالمصدر الكهربى وفى نفس الوقت فإن ملفات المجال تكون مقصورة بواسطة K2، فيدور المحرك كما لو كان محركًا استنتاجيًا ذا قفص سنجابى وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الهوائى المثبت على K1 يعمل المؤقت فيغلق ريشته الموصلة بالتوالى مع ملف K2 فيعمل الكونتاكتور ويزال القصر عن ملفات المجال، وتتصل أطراف المجال بأطراف مصدر التيار المستمر ويدور المحرك فى هذه الحالة كمحرك تزامنى. علمًا بأن فكرة عمل الكونتاكتور ذات

الملفين سبق وأن شرحت فى الفقرة ٤ / ١ / ١ .



الشكل (٤-٧)

الباب الخامس

تحسين معامل القدرة فى الصناعة

تحسين معامل القدرة فى الصناعة

٥ / ١ - مقدمة :

حتى يتسنى لنا استيعاب الطرق المختلفة لتحسين معامل القدرة يجب أولا أن نتعرف على بعض المصطلحات الفنية وهى :

أ - **القدرة الظاهرية (S)** : وهى القدرة الكلية المسحوبة من محطة التوليد إلى المصنع ومنها يمكن تحديد مساحة مقطع كابلات التغذية للمصنع.

ب - **القدرة الفعالة (P)** : وهى القدرة المستفادة بالفعل والتى تتحول إلى صور أخرى للقدرة مثل القدرة الميكانيكية والقدرة الحرارية.. الخ.

جـ - **القدرة الغير فعالة Q** : وهى قدرة تسحب بواسطة الملفات والمكثفات ولا يستفاد منها.

والعلاقة بين هذه القدرات تتضح من هذا القانون.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

د - **معامل القدرة (COSφ)** : وهو النسبة بين القدرة الفعالة والقدرة الظاهرية.

$$COS\varphi = \frac{P}{S}$$

وعادة يكون أصغر من أو يساوى واحداً و الحالة المثالية عندما يكون معامل القدرة مساوياً الواحد ويعنى هذا أن القدرة الغير فعالة منعدمة تماماً ومساوية للصفر وأن القدرة الظاهرية تساوى القدرة الفعالة. ومن المعروف أن معامل القدرة السيئ (الأصغر كثيراً من الواحد) يضر بمحطات التوليد حيث يضيع جزء كبير من قدرة المحطة بدون فائدة لذا فإن شركات الكهرباء تقوم بفرض جزاءات شديدة على المصانع التى تعمل بمعامل قدرة سيئ.

وعادة فإن المصانع تسحب قدرة غير فعالة متأخرة نتيجة لأحمال الإضاءة والمحركات الاستنتاجية ولماكانت القدرة الغير فعالة المحصلة تساوى الفرق بين القدرة الغير فعالة المتأخرة والقدرة الغير فعالة المتقدمة للأحمال، لذا كان من الممكن تقليل القدرة الغير فعالة للمصانع بإضافة أحمال تسحب قدرة غير فعالة متقدمة مثل

المكثفات وأيضًا المحركات التزامنية عندما يكون تيار المجال لها زائداً.

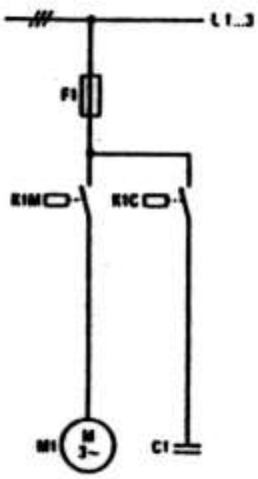
٥ / ٢ - طرق تحسين معامل القدرة فى الصناعة:

هناك ثلاثة طرق لتحسين معامل القدرة فى المصانع وهم كالآتى:

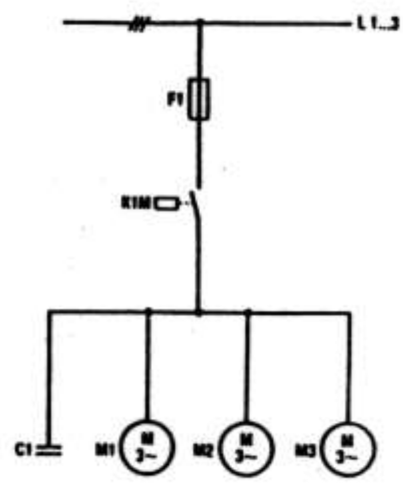
١ - تحسين معامل القدرة لكل حمل بمفرده.

٢ - تحسين معامل القدرة لمجموعة أحمال.

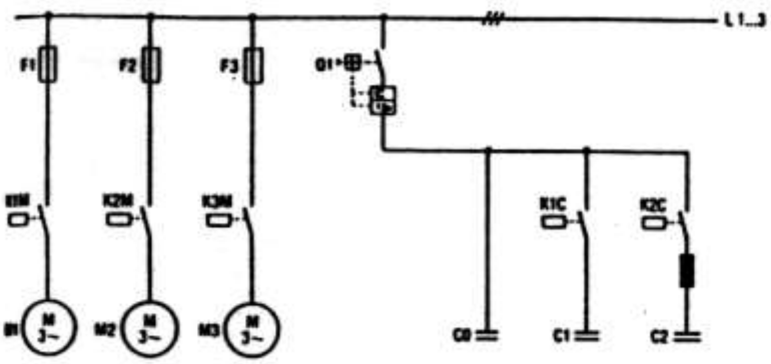
٣- تحسين معامل القدرة المركزى ويتم ذلك يدويًا أو أوتوماتيكيًا.



تحسين معامل قدرة لمحرك واحد



تحسين معامل قدرة لمجموعة احمال



تحسين معامل القدرة المركزى

الشكل (٥-١)

والشكل (٥–١) يبين مخططاً أحادى الخط لهذه الطرق المختلفة لتحسين معامل القدرة .

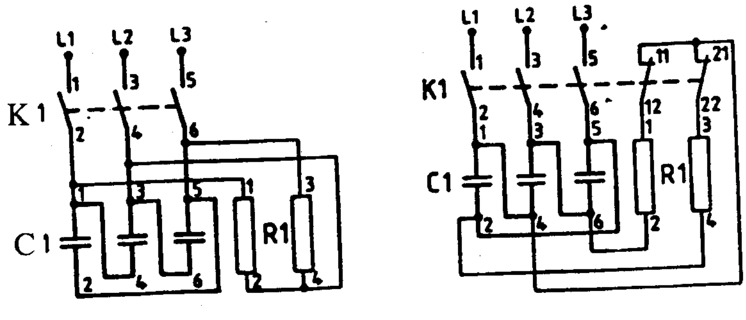
وعادة فإن المكثفات توصل كمجموعات على شكل دلتا فى الدوائر الثلاثية الوجه .

وعند فصل المكثفات من الدائرة الكهربية يجب أن تفرغ من شحنتها وذلك بواسطة :

١ – مقاومات توصل بإحدى الطريقتين الموضحتين فى الشكل (٥–٢ أ،ب) وذلك لحماية الفنيين القائمين بأعمال الصيانة من الصدمة الكهربية عند عمل صيانة لهذه المكثفات، وكذلك لمنع انعكاس الأوجه عند توصيل المكثفات مرة أخرى بالشبكة .

والفرق بين الشكل (أ، ب) هو أن مقاومات التفريغ المستخدمة فى الشكل أ توصل مع مجموعة المكثفات عند فصل التيار الكهربى فقط أما مقاومات التفريغ المستخدمة فى الشكل ب توصل مع مجموعة المكثفات باستمرار ومن الواضح أن الفقد فى المقاومات فى الحالة أ منعدم أثناء التشغيل وهذا أفضل من الناحية الاقتصادية .

٢ – ملفات توصل بنفس الطريقة التى سبق شرحها عند توصيل المقاومات مع مجموعة المكثفات فى الشكل (٥–٢ أ، ب) .



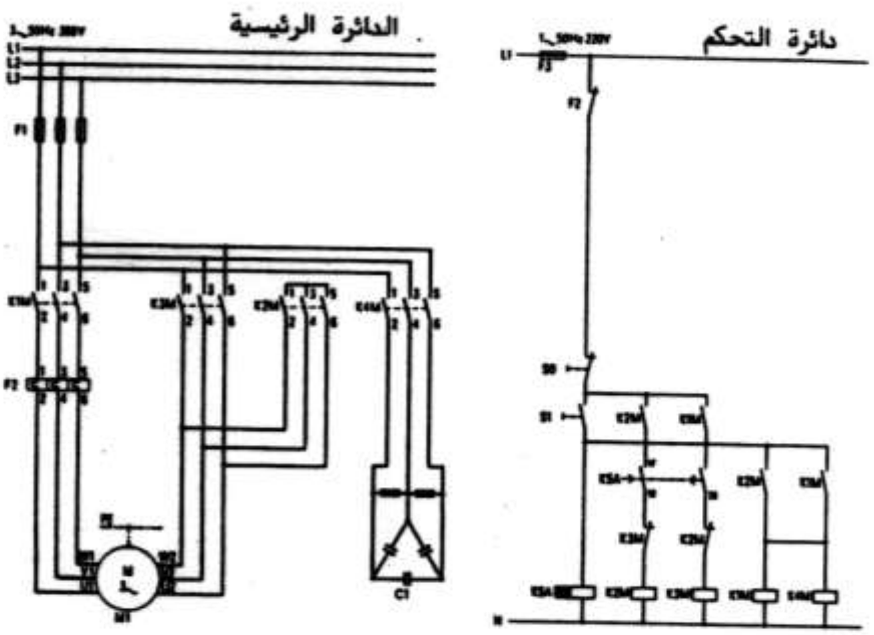
(ب) (آ)

الشكل (٥–٢)

٥ / ٣ - تحسين معامل القدرة لمحرك يبدء حركته نجما - دلتا :

ويعتبر تحسين معامل القدرة لمحرك يبدء حركته نجما - دلتا مثال لتحسين معامل القدرة لكل حمل بمفرده حيث تدخل مجموعة المكثفات على التوازى مع المحرك أثناء تشغيله فقط .

والشكل (٥-٣) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لبدء حركة محرك نجما - دلتا مع دخول مجموعة مكثفات لتحسين معامل القدرة للمحرك .



الشكل (٥-٣)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار للمؤقت K5A فيغلق المؤقت ريشته K5A/17-18 ويكتمل مسار الكونتاكتور K2M وتباعًا يكتمل مسار التيار

لكلاً من K4M, K1M ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما ووحدة تحسين معامل القدرة موصلة مع المحرك على التوازى وبعد مرور زمن البدء (الزمن المعاير عليه المؤقت K5A) تفتح الريشة K5A/17-18 فينقطع مسار التيار عن K2M، ويدور المحرك بعزم القصور الذاتى له بينما تغلق الريشة K5A/17-28 بتأخير زمنى (50 ملى ثانية + t) فيكتمل مسار التيار لبوبينة K3M ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا ويمكن إيقاف المحرك بالضاغط S0 .

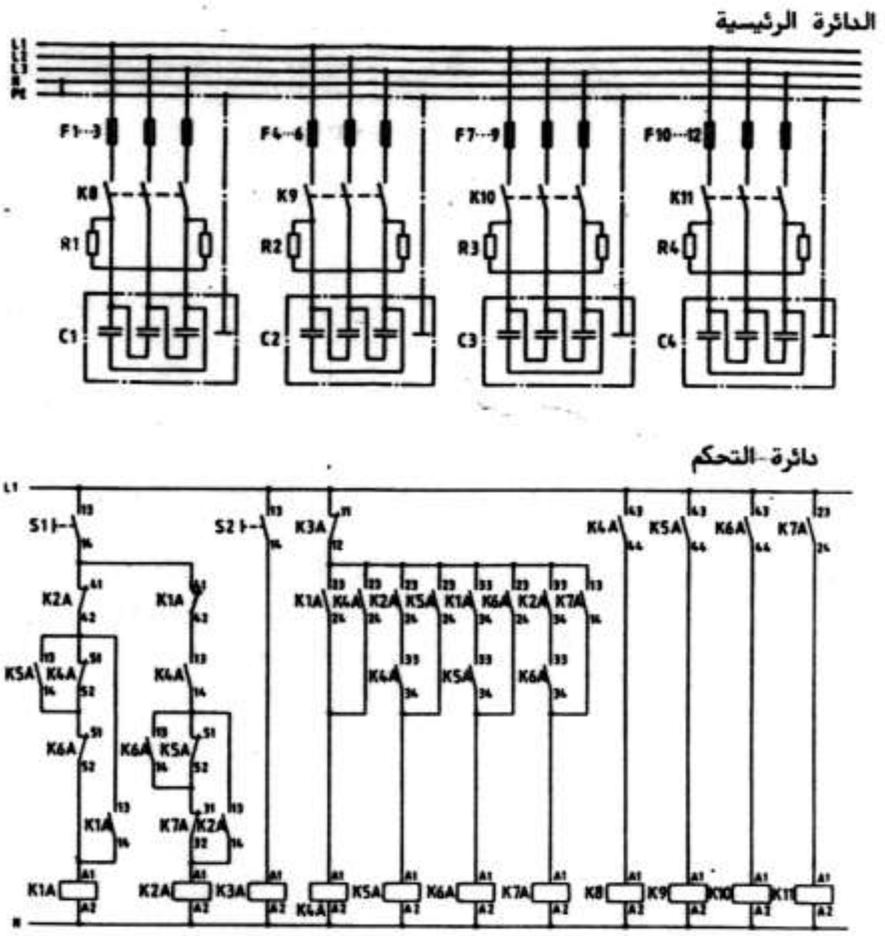
٥ / ٤ - تحسين معامل القدرة مركزيًا ويدويًا :

عادة تحتوى هذه الوحدات على ضاغطى تشغيل وجهاز معامل قدرة . أما ضاغطا التشغيل فأحدهما لإدخال مجموعات المكثفات والآخر لإخراج مجموعات المكثفات والآخر. ولتشغيل هذه الوحدات يقوم المشغل بمتابعة قيمة معامل القدرة للمنشأة الصناعية من خلال جهاز معامل القدرة فإذا كان معامل القدرة منخفضًا يقوم بالضغط على ضاغط الإدخال مرة واحدة فتدخل مجموعة المكثفات C1 وإذا كان معامل القدرة للمصنع مازال منخفضًا يقوم المشغل بالضغط مرة ثانية على ضاغط الإدخال فتدخل المجموعة C2 وهكذا إلى أن يصبح معامل القدرة للمصنع قريبًا جداً من الواحد . أما عند خروج مجموعة من الأحمال فإن معامل القدرة يتحول من متأخر إلى متقدم وفى هذه الحالة يقوم المشغل بالضغط على ضاغط الإخراج فتخرج جميع مجموعات المكثفات ثم بعدذلك يضغط على ضاغط الإدخال عدة مرات إلى أن يعود معامل القدرة متأخر وقريب من الواحد . والشكل (٥-٤) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لإحدى الوحدات المركزية لتحسين معامل القدرة يدويًا .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط الإدخال S1 يكتمل مسار التيار للريلاى K1A وتبعًا للريلاى K4A ثم للكونتاكتور K8 وتدخل المجموعة C1، وعند الضغط مرة ثانية على S1 يكتمل مسار التيار للريلاى K2A وتباعًا للريلاى K5A ثم للكونتاكتور K9 وتدخل المجموعة C2، وعند الضغط مرة ثالثة على S1 يكتمل مسار التيار للريلاى K1A وتباعًا للريلاى K6A ثم للكونتاكتور K10 وتدخل المجموعة C3 وعند الضغط

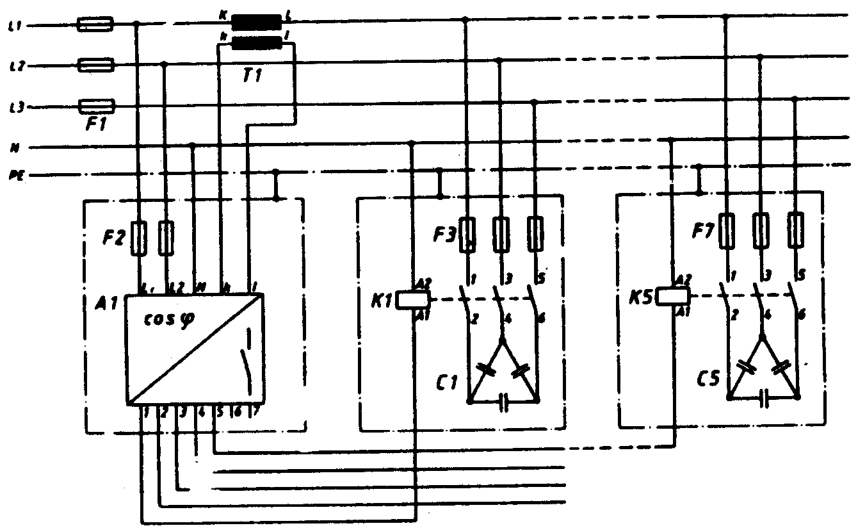
للمـرة الرابعـة على S1 يكتـمل مـسـار التـيـار للريلاى K2A وتبـاعًـا K7A ثـم للكونتاكتور K11 وتدخل المجـموعـة C4 وعند الضـغط على ضـاغط الإخـراج S2 يكتمل مسار التيار للريلاى K3A وتباعًا ينقطع مسار التيار عن الريليهات ,K4A K5A, K6A, K7A، ثم للكونتـاكـتـورات K8, K9, K10, K11 وبالتـالى تـخـرج المجموعات C1, C2, C3, C4 .



الشكل (٥-٤)

٥ / ٥ - تحسين معامل القدرة مركزيًا وأتوماتيكيًا :

يستخدم فى وحدات تحسين معامل القدرة التى تعمل أتوماتيكيًا متمم معامل القدرة Power Factor Relay، ويقوم هذا المتمم باستشعار معامل القدرة للمصنع ومن ثم يقوم بإدخال مجموعات المكثفات على الشبكة وإخراجها إذا لزم الأمر وصولاً لمعامل قدرة قريب إلى حد كبير من الواحد والشكل (٥-٥) يوضح المخطط الكهربى لأحد وحدات تحسين معامل القدرة الأتوماتيكية.



الشكل (٥-٥)

علمًا بأن متمم معامل القدرة يحصل على إشارة جهد من خلال الأطراف L1, L2, N ويحصل على إشارة تيار من خلال الأطراف K,L، كما أن إشارة التيار عادة يتم الحصول عليها بواسطة محول تيار لأن تيار الشبكة كبير.

وكما هو واضح من الشكل (٥-٥) أن الطرف 1 لمتمم معامل القدرة موصل بملف K1 وكذلك الطرف 2 موصل بملف K2 وهكذا.

علمًا بأن عدد مجموعات المكثفات التى يدخلها متمم معامل القدرة على الشبكة يعتمد على معامل القدرة للشبكة وكذلك على القدرة المسحوبة من الشبكة.

الباب السادس

مصادر القدرة الاحتياطية

مصادر القدرة الاحتياطية

٦ / ١ مقدمة :

تقوم مصادر القدرة الاحتياطية بتغذية الأحمال عند انقطاع مصدر القدرة الأساسى، وتنقسم هذه الأحمال لثلاثة أنواع من حيث أكبر زمن تتحمله بدون تيار كهربى وهو الزمن المار من لحظة انقطاع المصدر الأساسى إلى لحظة دخول المصدر الاحتياطى فى الخدمة وهم :

أ- أحمال عامة تحتاج لمصدر قدرة احتياطى يكون جاهزاً للخدمة عند انقطاع مصدر القدرة الأساسى فى خلال عدة ثوانٍ.

ب- أحمال خاصة لا تتحمل انقطاع التيار الكهربى عنها أكثر من 0.5 ثانية .

جـ- أحمال لا تتحمل انقطاع التيار الكهربى عنها ولذلك تستخدم مصادر قدرة احتياطية تكون جاهزة للخدمة فى نفس اللحظة التى ينقطع فيها المصدر الأساسى بدون أى تأخير زمنى ويقال إن هذه الأحمال تحتاج إلى مصادر قدرة لا تنقطع (UPS) .

وتستخدم مصادر القدرة الاحتياطية لأحد الأغراض الآتية :

أ- تغذية أحمال ثابتة طوال الوقت كما فى الأماكن النائية التى يصعب وصول التيار الكهربى لها من خلال الشبكة الموحدة .

ب- تغذية أحمال وقت الذروة مع المصدر الأساسى .

جـ- كمصدر طوارئ لتغذية الأحمال الضرورية خلال فترات قصيرة عند انقطاع مصدر القدرة الأساسى .

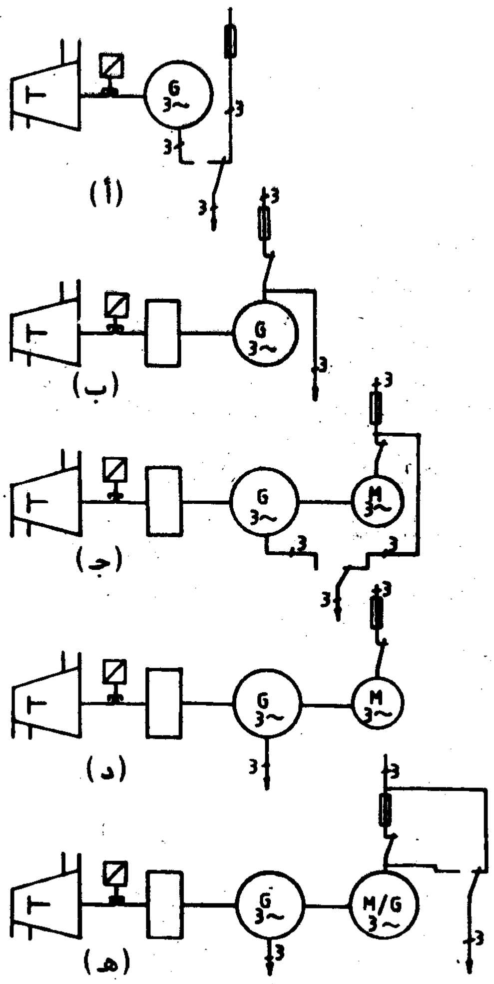
د- كمصدر طوارئ لتغذية الأحمال كلها عند انقطاع مصدر القدرة الأساسى .

٦ / ٢- مصادر القدرة الاحتياطية الدوارة :

تتكون مصادر القدرة الاحتياطية الدوارة من آلة احتراق داخلى أو توربينة غازية

تدير مولد تزامنى، ومن الناحية الاقتصادية فإن آلة الاحتراق الداخلى أفضل عند السعات الأقل من 2MVA. وتعمل هذه المصادر يدويًا أو أتوماتيكيًا ويوجد عدة أنظمة مختلفة لتشغيل المصادر الاحتياطية الدوارة وهى كالآتى:

أ- عند انقطاع مصدر القدرة الأساسى عن الأحمال تدخل الوحدة الاحتياطية فى الخدمة بعد تأخير زمنى مقداره (6:12S) أتوماتيكيًا، حيث يستخدم مجموعة من البطاريات لإدارة آلة الاحتراق الداخلى. وهذا النظام موضح بالشكل (٦-١أ).



الشكل (٦-١)

ب- يستخدم مولد تزامنى يعمل كمحرك تزامنى لإدارة حدافة وذلك عند وجود مصدر القدرة الأساسى وبمجرد انقطاع مصدر القدرة الأساسى يعود ليعمل كمولد تزامنى، حيث يقوم كلاتش كهرومغناطيس بالربط بين المولد والحدافة وآلة الاحتراق الداخلى. ويحتاج هذا النظام لدخوله الخدمة إلى 0.5 إلى 2 ثانية وهذا النظام موضح بالشكل (٦-١ ب).

جـ- يدور المولد مع حدافة أثناء تواجد مصدر القدرة الأساسى بواسطة محرك استنتاجى صغير ثلاثى الأوجه، وبمجرد انقطاع مصدر القدرة الأساسى يقوم كلاتش كهرومغناطيس بالربط بين الحدافة والمولد وآلة الاحتراق الداخلى ويحتاج

ويحتاج هذا النظام لدخوله للخدمة زمن مقداره يتراوح ما بين 0.5 إلى 2 ثانية وهذا موضع بالشكل (٦-١ جـ).

د- يدور المولد مع الحدافة بواسطة محرك كهربى كبير يغذى من مصدر القدرة الأساسى وتغذى الأحمال من المولد مباشرة والذى يعمل طوال الوقت وعند انقطاع مصدر القدرة الأساسى يستمر دوران المولد بواسطة الطاقة المختزنة فى الحدافة، وفى نفس الوقت يقوم كلاتش كهرومغناطيسى بالربط الميكانيكى بين الحدافة، والمولد والمحرك وآلة الاحتراق الداخلى، وبذلك فإن التيار الكهربى لن ينقطع عن الأحمال أبداً.

وهناك طريقتان لإدارة المولد فى هذا النظام وهما:

الطريقة الأولى:

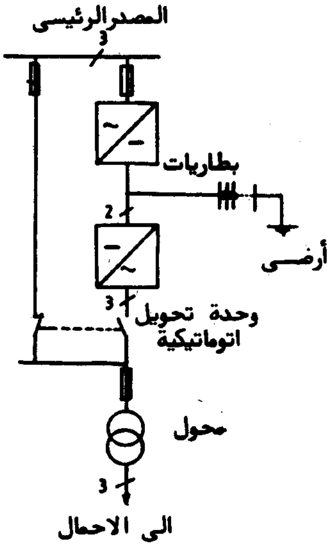
استخدام محرك استنتاجي كبير إذا كان مقدار الانحراف المسموح به فى التردد يصل إلى ±6% وهذا موضح بالشكل (٦-١ د).

الطريقة الثانية:

استخدام محرك تزامنى يعمل كمحرك عند وجود مصدر القدرة الأساسى ويعمل كمولد تزامنى عند انقطاع المصدر الأساسى إذا كان مقدار الانحراف المسموح به يجب ألا يتعدى ±1% وهذا موضح بالشكل (٦-١هـ).

٦ / ٣- مصادر القدرة الاحتياطية الاستاتيكية

تستخدم هذه المصادر فى العادة لإضاءة لمبات الطوارئ وكذلك تغذية الأحمال الهامة للغاية، ففى الظروف المعتادة يغذى الأحمال من مصدر القدرة الأساسى وعند انقطاع التيار الكهربى، فإن الأحمال تنتقل ذاتيًا إلى مصدر القدرة الاحتياطى الاستاتيكى، والذى يتكون من وحدة تحويل تيار متردد إلى تيار مستمر Converter ومجموعة من البطاريات ووحدة تحويل تيارمستمر إلى تيار متردد

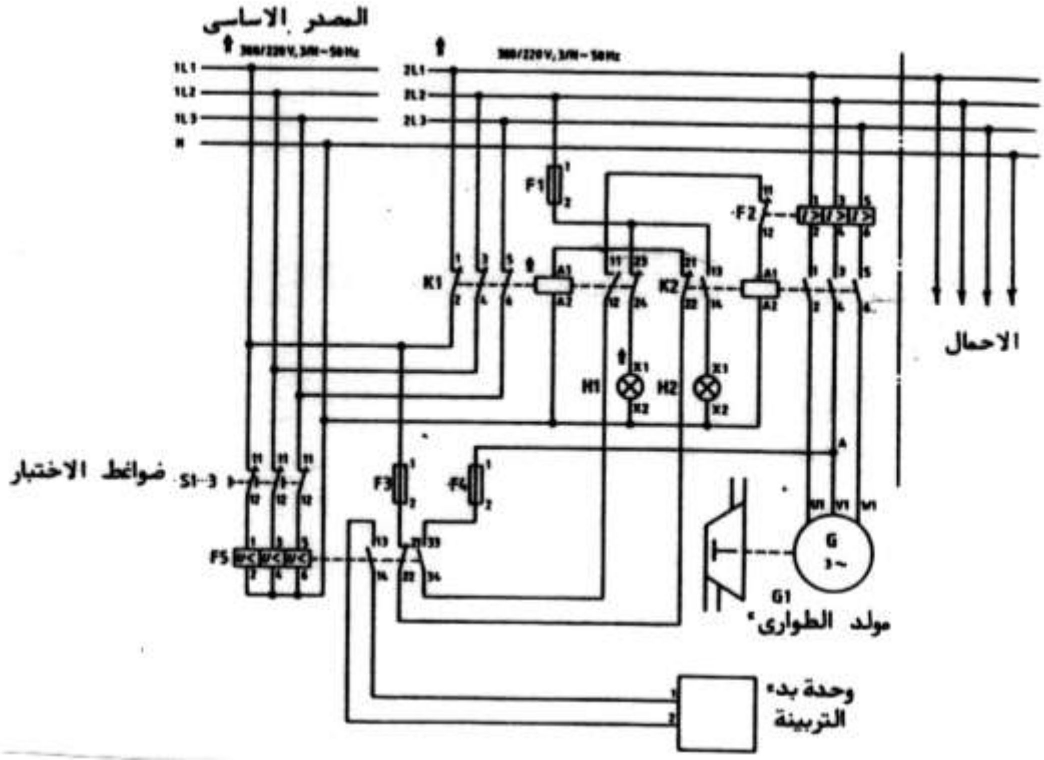


الشكل (٦-٢)

Inverter ووحدة تحكم ومحول عزل وتكون هذه المصادر جاهزة للخدمة بعد زمن يتراوح ما بين (0.1:0.5) ثانية علمًا بأن هذه المصادر تغذى أحمال لفترة زمنية لا تزيد عن ثلاث ساعات بعدها تحتاج البطاريات لشحن لمدة لا تقل عن ست ساعات.
والشكل (٦-٢) يوضح فكرة عمل المصادر الإحتياطية الاستاتيكية.

٦ / ٤ - التشغيل الاتوماتيكى لمولد الطوارئ:

الشكل (٦-٣) يوضح أحد المخططات الكهربية لنقل الأحمال أتوماتيكيًا من المصدر الأساسى إلى المصدر الاحتياطى عند انقطاع المصدر الأساسى أو انخفاض الجهد عن الحد المسموح به.



الشكل (٦-٣)

نظرية التشغيل:

أثناء وصول التيار الكهربى من المصدر الأساسى فإن مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 سيكتمل، وبالتالى تغذى الأحمال من المصدر الأساسى. وعند انقطاع التيار الكهربى للمصدر الأساسى يتغير وضع ريش تلامس متمم انخفاض الجهد F5 فينقطع مسار التيار لملف K1 ويكتمل مسار التيار لملف K2، وتتغذى الأحمال من المولد الذى يدور فى نفس اللحظة نتيجة لوصول إشارة البدء للمولد بواسطة غلق الريشة F5/13-14 وبمجرد عودة مصدر القدرة الأساسى تعود ريش المتمم F5 لوضعها الطبيعى فينقطع مسار التيار لملف K2 وكذلك يتوقف المولد ويكتمل مسار التيار لملف K1 وتتغذى الأحمال من المصدر الأساسى مرة أخرى.

ملاحظة:

يمكن اختبار هذه الوحدة من حين لآخر بواسطة الضواغط (S1,S2,S3) فعند الضغط على أحد هذه الضواغط أو جميعها مرة واحدة فإن الوحدة يجب أن تعمل أتوماتيكيًا.

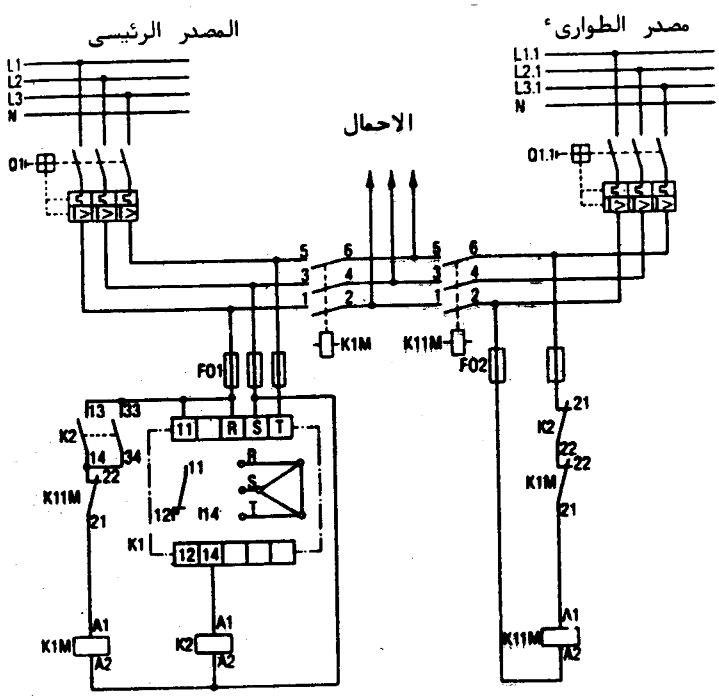
٦ / ٥- ريلاى الانتقال الأتوماتيكى للأحمال:

Automatic transfer relay

الشكل (٦-٤) يبين أحد المخططات الكهربية لنقل الأحمال أتوماتيكيًا من المصدر الأساسى إلى المصدر الاحتياطى عند انقطاع المصدر الأساسى باستخدام ريلاى الانتقال الأتوماتيكى.

محتويات المخطط:

كونتاكتور تعشيق الأحمال مع المصدر الاحتياطى للقدرة.	K1M
كونتاكتور تعشيق الأحمال مع المصدر الاحتياطى للقدرة.	K11M
ريلاى مساعد.	K2
ريلاى الانتقال الأتوماتيكى.	K1
مفاتيح رئيسية.	Q1, Q11
مصهرات حماية.	F1, F11



الشكل (٦-٤)

نظرية التشغيل:

عند تواجد جهد كهربى على أطراف المصدر الأساسى R,S,T فإن ريلاى الانتقال الأتوماتيكى يعكس وضع ريش تلامسه، وبالتالى يكتمل مسار التيار لملف الريلاى K2 فتتمغنط وتدخل الأحمال على المصدر الأساسى بواسطة الكونتاكتور K1M. ولكن عند انقطاع المصدر الأساسى تعود ريش تلامس ريلاى الانتقال الأتوماتيكى لوضعها الطبيعى فيكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K11M فتتعشق الأحمال مع مصدر القدرة الاحتياطى.

٦ / ٦- مجموعة حماية الأحمال من انعكاس الأوجه أو سقوط أحد الأوجه:

أحيانًا يحدث انعكاس للأوجه فى شبكات الضغط المنخفض أو سقوط أحد الأوجه، وهذا ناتج عن مشاكل فى المحطات الفرعية ويؤدى انعكاس الأوجه إلى

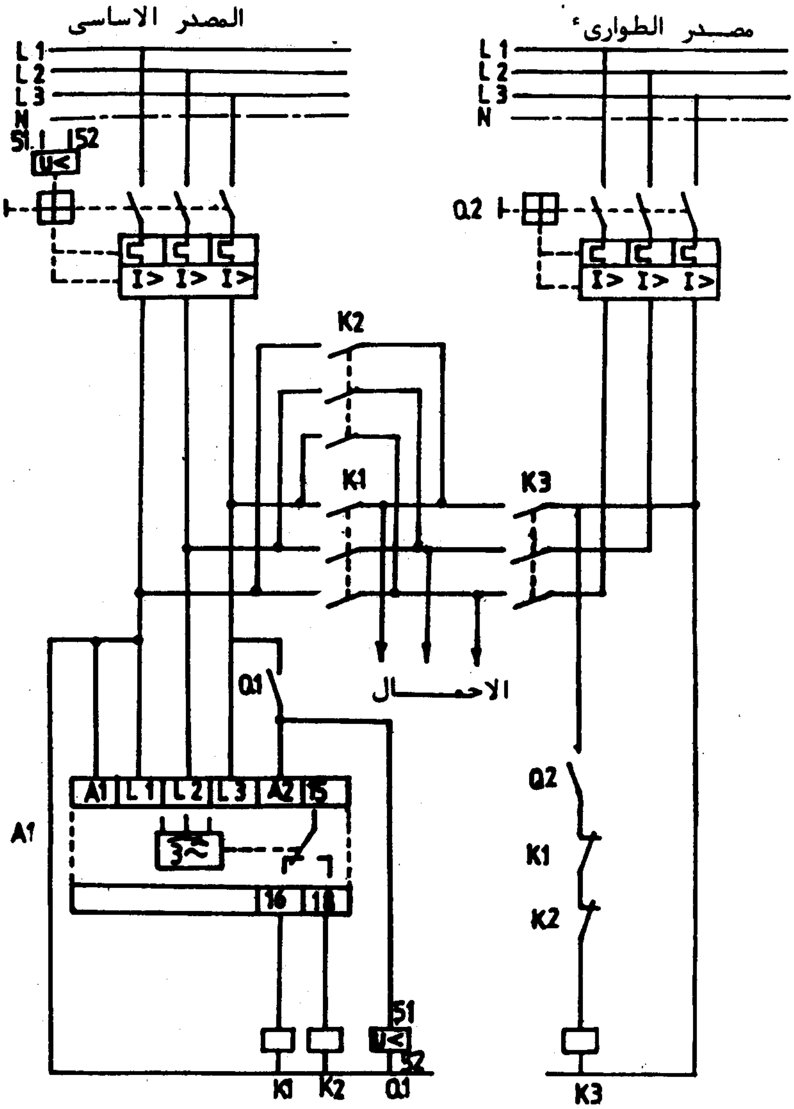
انعكاس دوران المحركات أما انخفاض الجهد في الشبكة أو سقوط أحد الأوجه قد يؤدى إلى احتراق المحركات، إذا لم تعمل وسائل حمايتها على فصلها، ولحماية لوحات التحكم من انعكاس الأوجه وانخفاض الجهد وسقوط أحد الأوجه يستخدم متمم تتابع الأوجه، وأيضاً قاطع محركات من النوع (Moulded Case C.B) مزود بحماية ضد انخفاض الجهد والشكل (٦-ع) يبين أحد المخططات الكهربية لحماية الأحمال من انعكاس الأوجه وانخفاض الجهد أو سقوط الأوجه.

محتويات المخطط:

قاطع نوع (Moulded Case C.B) يوصل مع المصدر الرئيسى.	Q1
قاطع نوع (Moulded Case C.B) يوصل مع مصدر الطوارئ.	Q2
كونتاكتور توصيل المصدر الرئيسى بالأحمال.	K1
كونتاكتور عكس تتابع الأوجه للمصدر الرئيسي.	K2
كونتاكتور توصيل مصدر الطوارئ مع الأحمال.	K3
متمم تتابع الأوجه Phase Sequence Relay.	A1

نظرية تشغيل المخطط:

إذا كان تتابع الأوجه هو L1, L2, L3 وكان جهد الأوجه الثلاثة فى الحدود المقننة فإن الريشة A1/15-18، تصبح مغلقة وبالتالى يكتمل مسار التيار لملف K1 وتغذى الأحمال من المصدر الرئيسى من خلال الكونتاكتور K1 أما إذا تغير تتابع الأوجه وأصبح على سبيل المثال L1, L3, L2 فى هذه الحالة فإن الريشة A1/15-18 تعود لوضعها الطبيعى مفتوحة طبيعياً No بينما تصبح الريشة A1/15-16 مغلقة ويكتمل مسار التيار لملف K2 وتغذى الأحمال من المصدر الرئيسي من خلال الكونتاكتور K_2 وبالتالى تعاد الأوجه لتتابعها الصحيح حيث إن K2 يعكس الوجه L1 مع الوجه L3.
أما إذا انخفض الجهد أو سقط أحد الأوجه الثلاثة أي أصبح جهد أحد الأوجه مساوى صفر فإن القاطع Q1 سوف يقطع التيار عن K1, K2 ويكتمل تلقائياً مسار التيار للكونتاكتور K3 وتغذي الأحمال من مصدر الطوارئ.



المصدر الاساسى
مصــدر الطوارىء
L 1
L 2
L 3
N
S1
S2
U<
Q1
Q2
I>
K2
K1
K3
الاحمـــال
A1
L1
L2
L3
A2
15
16
18
Q2
K1
K2
K3

الشكل (٦-٥)

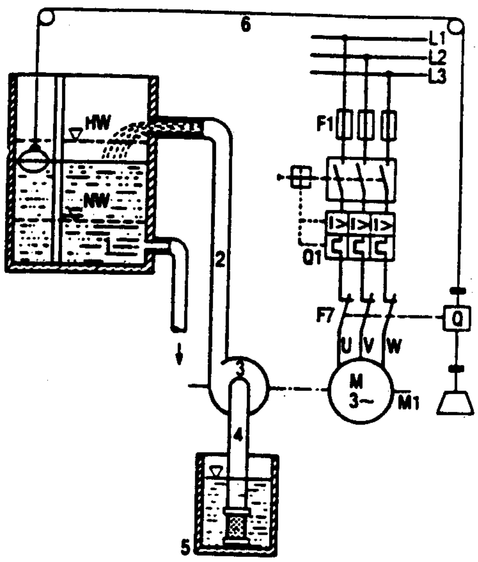
الباب السابع

تطبيقات على التحكم فى الآلات الكهربية

تطبيقات على التحكم فى الآلات الكهربية

٧ / ١ – التحكم فى المضخات باستخدام مفاتيح العوامات :

الشكل (٧–١) يبين المخطط التكنولوجى والكهربى لعملية ملء خزان باستخدام مضخة واحدة يتم التحكم فيها باستخدام مفتاح عوامة بثلاثة أقطاب.



الشكل (٧–١)

محتويات المخطط الكهربى:

المصهرات الرئيسية	F1
قاطع الحماية	Q1
مفتاح عوامة ثلاثة أقطاب	F7
محرك المضخة	M1

محتويات المخطط التكنولوجى:

خزان الملء.	1	خط السحب.	4
خط الطرد.	2	خزان السحب (البئر).	5
مضخة طاردة مركزية.	3	حبل العوامة مع العوامة ووزن معاكس وبكره.	6

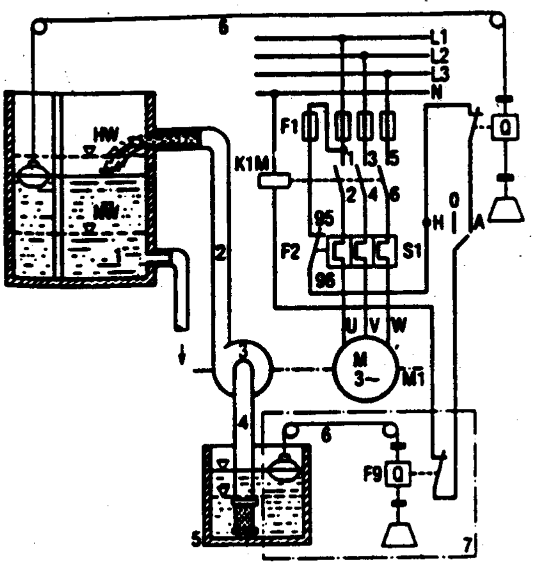
نظرية التشغيل:

عند انخفاض مستوى الماء فى الخزان 1 إلى المستوى NW تقوم العوامه F1 بغلق أقطابها الرئيسية، فيدور محرك المضخة وبالتالى تقوم المضخة 3 بضخ الماء من الخزان 5 إلى الخزان 1، ولكن بمجرد وصول الماء فى الخزان 1 إلى المستوى HW تقوم العوامة بفتح أقطابها الرئيسية فيتوقف المحرك فى الحال.

ملاحظة:

مفاتيح العوامات ثلاثية القطب عادة تستخدم للتحكم فى المحركات الصغيرة.

والشكل (٧-٢) يبين المخطط التكنولوچى والكهربى لعملية ملء خزان باستخدام مضخة واحدة يتم التحكم فيها بمفتاح عوامة أحادى القطب.



الشكل (٧-٢)

محتويات المخطط الكهربى:

مصهرات الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم	F1	متمم حرارى بزر لتحريره	F2
مفتاح عوامة قطب واحد	F8	مفتاح عوامة بقطب واحد	F9
كونتاكتور تشغيل محرك المضخة	KM1	محرك المضخة	M1
مفتاح اختيار حالة التشغيل	S1		

وله ثلاثة أوضاع (H,D,A)

محتويات المخطط التكنولوچى:

خزان الملء.	1	خط السحب.	4
خط الطرد.	2	خزان السحب.	5
مضخة طاردة مركزية.	3	حبل العوامة مع العوامة ووزن معاكس وبكره	6

نظرية التشغيل:

يتم التحكم فى تشغيل المحرك M1 لتشغيله يدويًا أو أتوماتيكيًا أو إيقافه بواسطة مفتاح الاختيار S1 فعند وضع المفتاح على وضع التوقف 0 يتوقف المحرك عن العمل

وعند وضع مفتاح الاختيار S1 على وضع التشغيل اليدوى H فإن مسار التيار للملف K1M يكتمل بغض النظر عن مستوى الماء داخل الخزان 1، ويدور المحرك ولكن إذا حدث أثناء دوران المحرك يدوياً زيادة فى الحمل أو انخفاض مستوى الماء فى الخزان 5 يتوقف المحرك عن العمل.

وعند وضع مفتاح الاختيار S1 على الوضع الأتوماتيكى A فإن مسار التيار للملف K1M يكتمل عند انخفاض مستوى الماء فى الخزان 1 إلى المستوى NW وكذلك عندما يكون مستوى الماء فى الخزان 5 مرتفع فيدور محرك المضخة وتقوم المضخة بضخ الماء من الخزان 5 إلى الخزان 1، وبمجرد وصول الماء فى الخزان 1 للمستوى HW يتوقف المحرك من ثم تتوقف المضخة.

٧ / ٢- التحكم فى تشغيل المضخات بإستخدام مفاتيح الضغط

إن فكرة عمل مفاتيح الضغط فى التحكم فى مناسيب السوائل تعتمد على ضغط الهواء الموجود فوق مستوى السوائل، فمن المعروف أنه كلما قل حجم الهواء زاد الضغط والعكس صحيح.

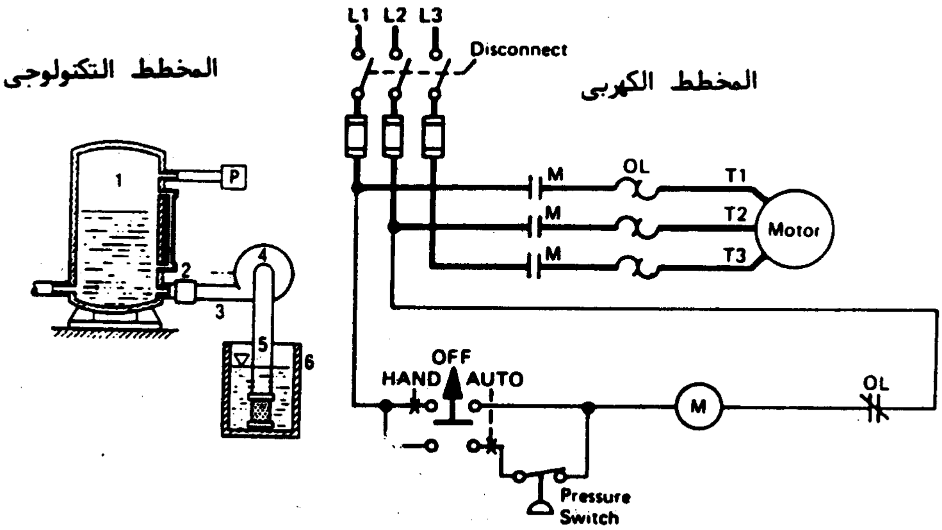
والشكل (٧-٣) يُعرض المخطط التكنولوجى والكهربى للتحكم فى ملء خزان باستخدام مضخة واحدة يتم التحكم فيها باستخدام مفتاح ضغط أحادى القطب وذلك بالرموز الأمريكية.

محتويات المخطط الكهربى:

سكينة ثلاثية القطب – مصهرات ثلاثية القطب – الكونتاكتور M – المتمم الحرارى OL –المحرك Motor – مفتاح الإختيار (HAND-OFF-AUTO) – مفتاح الضغط Pressure Switch.

محتويات المخطط التكنولوجى:

خزان الملء.	1	المضخة.	4
صمام اتجاه واحد (سكس بلف).	2	خط السحب للمضخة.	5
خط الطرد للمضخة.	3	خزان السحب.	6



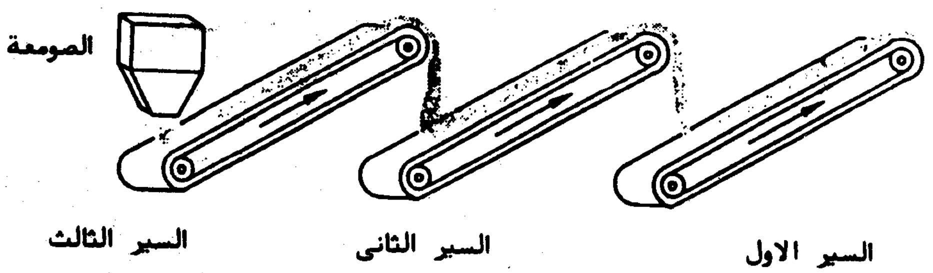
الشكل (٧-٣)

نظرية التشغيل:

عند وضع مفتاح الاختيار على الوضع اليدوى HAND يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور M، ويدور المحرك إلى أن يوضع مفتاح الاختيار على وضع الإيقاف OFF . وعند وضع مفتاح الاختيار على الوضع الأتوماتيك AUTO فإن المحرك يدور طالما إن مستوى الماء منخفض، أما عند ارتفاع منسوب مستوى الماء يعمل مفتاح الضغط على عكس ريش تلامسه، ويتوقف المحرك إلى أن ينخفض مستوى الماء عن الحد المعاير عليه مفتاح الضغط، عندها يدور المحرك من جديد وهكذا.

٧ / ٣ - التحكم فى تشغيل سيور النقل:

فى الشكل (٧-٤) المخطط التكنولوجى لثلاثة سيور ناقلة تقوم بنقل الخامات الموجودة فى صومعة إلى حفرة أسفل السير رقم 1.

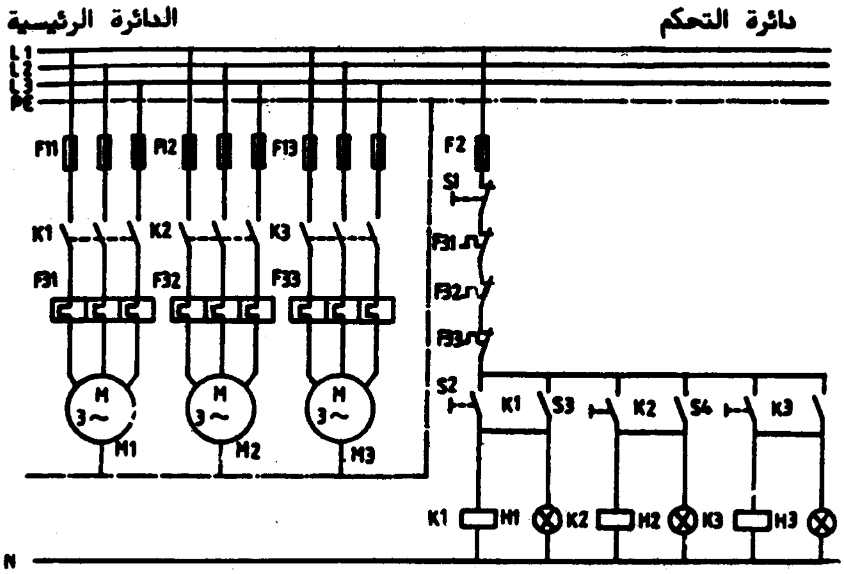


الشكل (٧-٤)

أما الشكل (٧-٥) فيعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لهذه الوحدة.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف K1 ويدور المحرك M1 ويعمل السير 1. حينئذ عند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار التيار للملف K2 ويدور المحرك M2 ويعمل السير 2 وبعد ذلك عند الضغط على S4 يكتمل مسار التيار للملف K3 ويدور المحرك M3 ويعمل السير 3 أى أن دوران السير 3 مشروط بدوران السير 2 ودوران السير 2 مشروط بدوران السير 1. وعند حدوث زيادة فى الحمل على أحد محركات السيور الثلاثة تتوقف الوحدة بأكملها، وكذلك يمكن إيقاف الوحدة بالضغط على الضاغط S1.



الشكل (٧-٥)

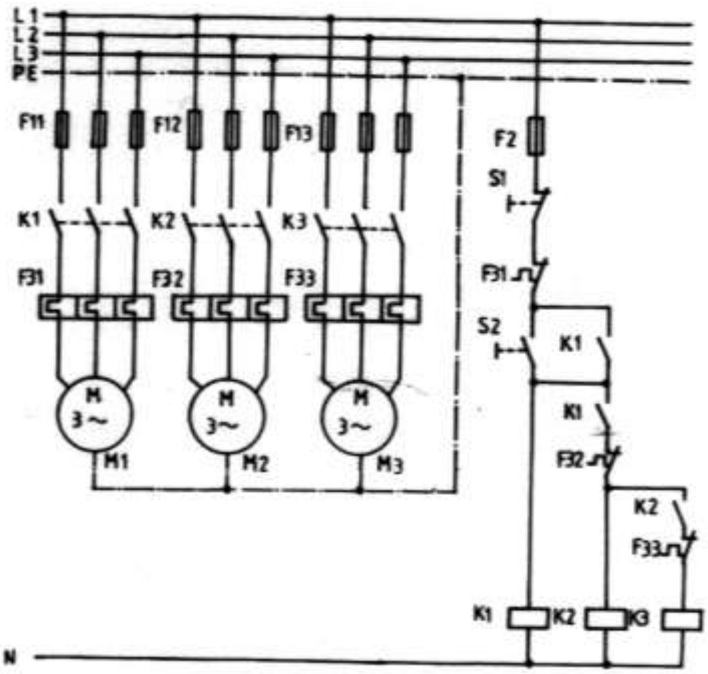
ملاحظة:

تضىء لمبة البيان H1 عند عمل السير 1 وتضىء اللمبة H2 عند عمل السير 2 وتضىء اللمبة H3 عند عمل السير 3.

وفى الشكل (٧-٦) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لوحدة سيور النقل ولكن بطريقة أخرى.

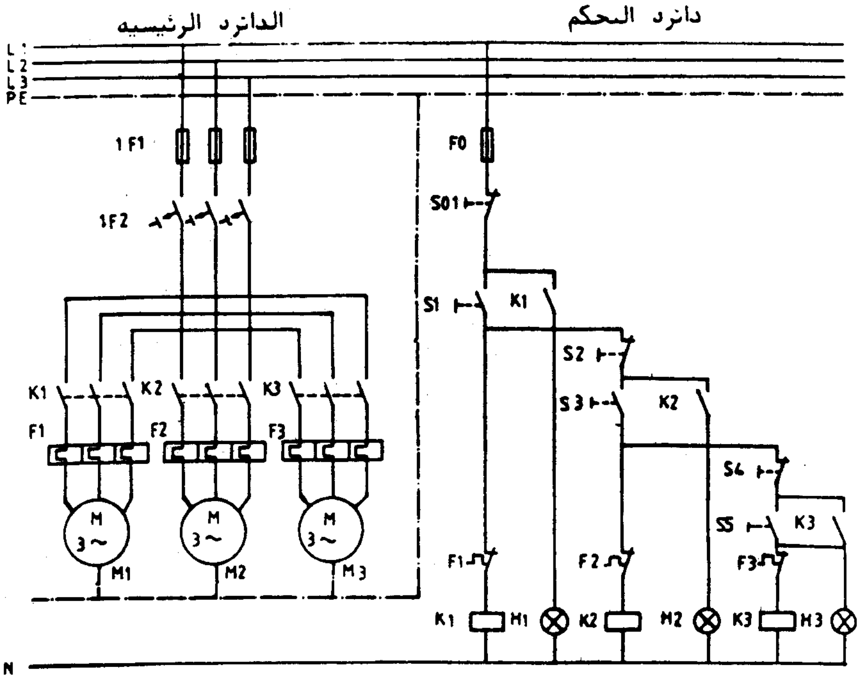
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لملف K1 فيدور المحرك M1 ويعمل السير 1 وتباعًا يكتمل مسار التيار لملف K2 ثم لملف K3 فيدور المحرك M2 ويعمل السير 2 ثم السير 3 . ولكن عند حدوث زيادة فى الحمل على محرك السير 1 تتوقف الوحدة بأكملها أما عند حدوث زيادة فى الحمل على محرك السير 2 يتوقف السير 2 والسير 3 فقط . فى حين أنه عند حدوث زيادة فى الحمل على محرك السير 3 يتوقف السير 3 فقط . ويمكن إيقاف الوحدة بأكملها بالضغط على الضاغط S1 .



الشكل (٧-٦)

وفى الشكل (٧-٧) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لوحدة سيور النقل ولكن بطريقة ثالثة .



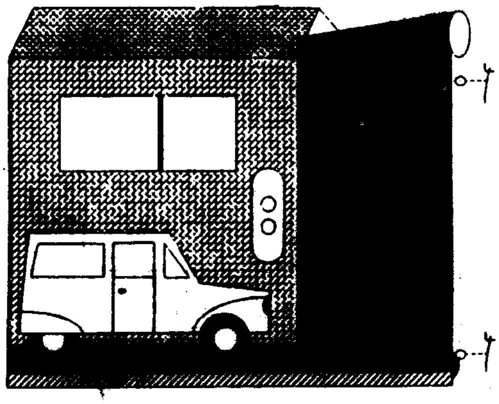
الشكل (٧-٧)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط اليدوى S1 يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 ويحدث إمساك ذاتي بواسطة ريشة التغذية الذاتية للكونتاكتور K1 ويدور السير 1 وتضيء H1. وعند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K2 ويدور السير 2 وتضيء H2. وعند الضغط على الضاغط S5 يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K3 ويدور السير 3 وتضيء H3 ويمكن إيقاف الوحدة جميعها بواسطة S01. ويمكن إيقاف السير 2,3 فقط بواسطة الضاغط S2. ويمكن إيقاف السير 3 بواسطة S4 وعند زيادة الحمل على محرك السير 3 يتوقف السير 3 فقط وعند زيادة الحمل على محرك السير 2 يتوقف السيران 3,2 معاً، وعند حدوث زيادة فى الحمل على محرك السير 1 تتوقف جميع السيور وهذا مطابق للمنطق على كل حال.

٧ / ٤ - التحكم فى فتح وغلق بوابة جراج رأسيه

الشكل (٧-٨) يبين المخطط التكنولوجى لهذه البوابة، وهذه البوابة دائمًا تكون مغلقة وعندما يريد حارس الجراج فتح البوابة يضغط على الضاغط S2 فتفتح بوابة الجراج، وتتوقف أتوماتيكيًا عند وصول البوابة إلى نهاية مشوار الفتح S3 وبعد وبعد زمن تغلق بوابة الجراج ذاتيًا، وتتوقف أتوماتيكيًا عند وصول البوابة لنهاية مشوار الغلق S4.

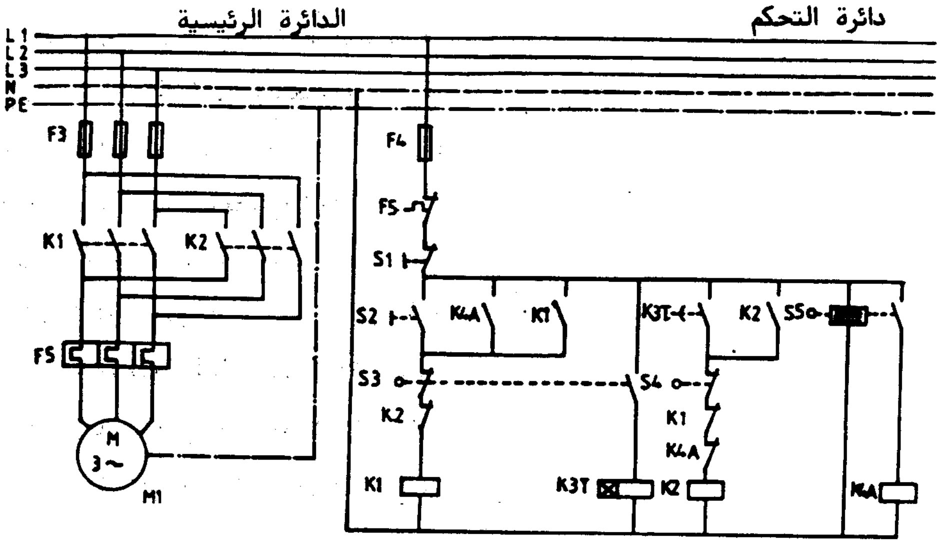


الشكل (٧ - ٨)

ملاحظة:

أثناء غلق البوابة ومرور عربة إلى داخل الجراج تفتح البوابة تلقائيًا بواسطة الخلية الضوئية S5.

والشكل (٧-٩) يوضح الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للتحكم فى فتح وغلق بوابة الجراج الرأسية.



الشكل (٧-٩)

نظرية التشغيل:

بمجرد الضغط على S2 يكتمل مسار التيار لبوبينة K1، فيدور المحرك جهة اليمين فتفتح البوابة وبمجرد وصول البوابة إلى نهاية المشوار S3 يتوقف المحرك، وبالتالى تتوقف البوابة وفى نفس اللحظة فإن الريشة المفتوحة لنهاية المشوار S3 تغلق فيكتمل مسار التيار للمؤقت K3T وبعد مرور 10 ثوانى تغلق الريشة المفتوحة للمؤقت K3T، فيكتمل مسار التيار لملف K2 ويدور المحرك جهة اليسار وتنغلق البوابة، وبمجرد وصول البوابة إلى نهاية المشوار S4 ينقطع مسار التيار لملف K2 فيتوقف المحرك، وإذا تصادف وجود سيارة أثناء غلق البوابة فإن الريلاى K4A سوف يتمغنط؛ نتيجة لاكتمال مسار تياره والناتج عن غلق الريشة المفتوحة للخلية الضوئية S5 فينفصل K2 ويكتمل مسار K1 ويدور المحرك جهة اليمين ويفتح المحرك البوابة من جديد وتتكرر العملية من جديد.

ملاحظة:

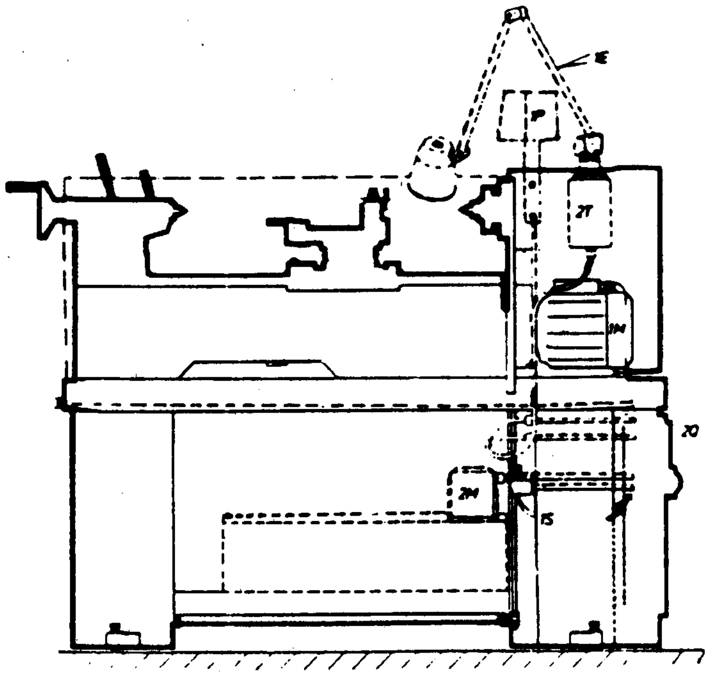
تتوقف البوابة عند الضغط على الضاغط S1 أو عند حدوث زيادة فى الحمل بواسطة F5.

٧ / ٥ - التحكم فى المخرطة المستخدمة فى ورش الإنتاج:

تحتوى هذه المخرطة على محركين أحدهما رئيسى لإدارة عمود الظرف والآخر لإدارة مضخة التبريد ويمكن إدارة ظرف المخرطة جهة اليمين بواسطة الضاغط S2 وجهة اليسار بواسطة الضاغط S3 علمًا بأنه بمجرد إدارة ظرف المخرطة فى أى إتجاه تدور المضخة تلقائيًا لتضخ سائل التبريد اللازم لتبريد الشغلة. ويمكن عكس حركة الظرف بدون توقف. وعند الطوارئ يتم فصل التيار الكهربى عن لوحة التحكم بالضغط على ضاغط الطوارئ S0 والذى يمكن تحريره بإدارته. وفيما يلى لمبات البيان المستخدمة فى لوحة التحكم فى المخرطة:

لمبة بيان حركة الظرف جهة اليمين	H1
لمبة بيان حركة الظرف جهة اليسار	H2
لمبة زيادة الحمل على محرك الظرف	H3
لمبة زيادة الحمل على محرك المضخة	H4

وتحتوى المخرطة على بريزة يوصل بها مصباح لإضاءة مكان الشغلة للمشغل أثناء تشغيله للمخرطة والشكل (٧-١٠) يوضح المخطط التكنولوجى للمخرطة.



الشكل (٧-١٠)

أما الشكل (٧-١١) يبين دائرة التحكم والدائرة الرئيسية للمخرطة.

نظرية التشغيل:

لا تختلف نظرية التشغيل للمحرك M عن نظرية تشغيل عكس حركة محرك بدون توقف علماً بأن محرك المضخة يدور عند دوران محرك الظرف ويتوقف معه.

مخطط التوصيل لنهايات الشعب (Terminals):

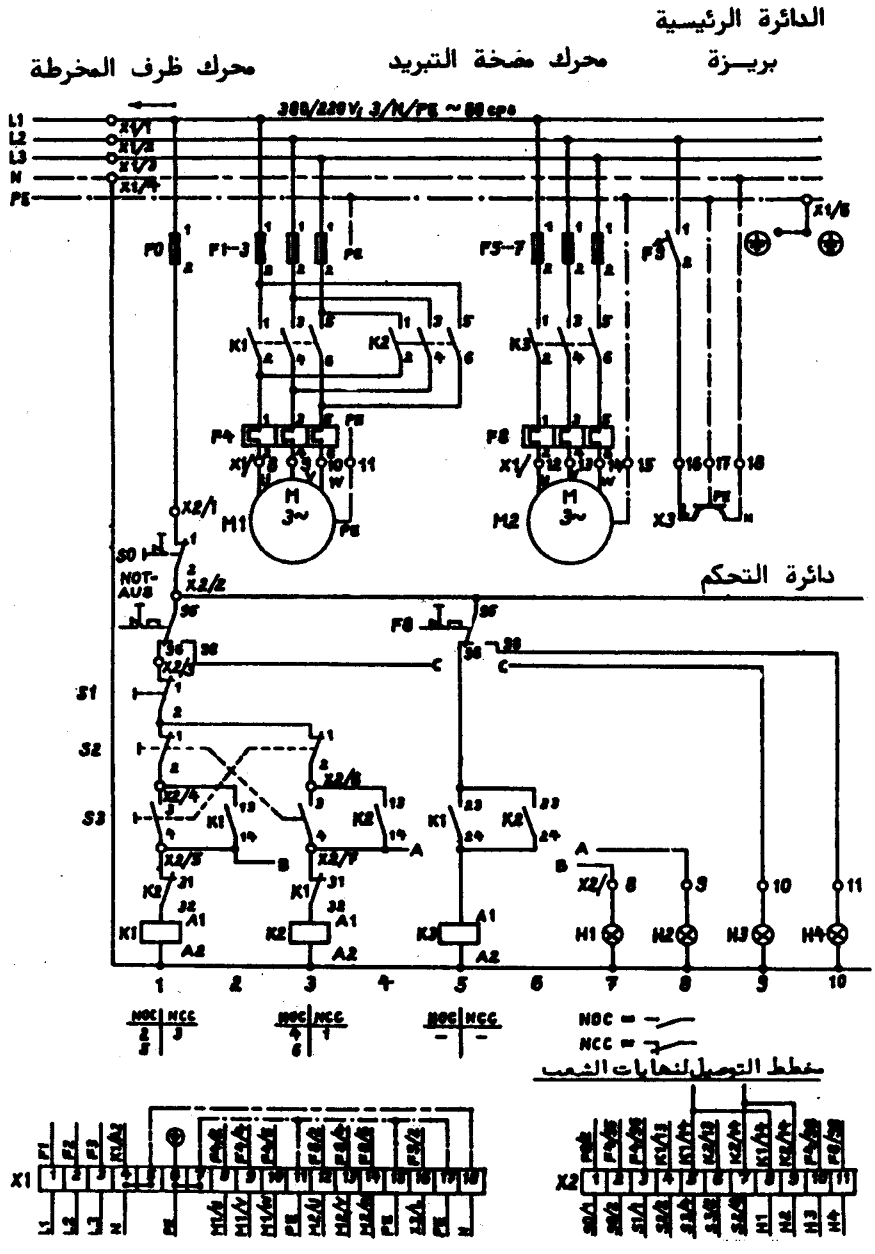
يوجد مجموعتان لنهايات الشعب الأولى X1 والثانية X2 وتحتوى الأولى على عدد 18 نهاية شعبة، أما المجموعة الثانية تحتوى على 11 نهاية شعبة وتوصل الأطراف العليا لنهايات الشعب بمحتويات لوحة التحكم من الداخل أما الأطراف السفلى

لنهايات الشعب فتوصل بالأجهزة الخارجية مثل المحرك الرئيسى ومحرك مضخة التبريد، وأيضًا الضواغط ولمبات البيان المثبتة على باب لوحة التحكم، وأيضًا الأطراف الخاصة بالمصدر الكهربى للمخرطة. ويحتوى مخطط التوصيل لنهايات الشعب على بعض الكبارى بين نهايات الشعب المختلفة.

جداول الريش المساعدة للكونتاكتورات والريليهات:

يوضع أحيانًا تحت كل ملف فى دائرة التحكم جدول مقسم إلى عمودين أحدهما NOC والآخر NCC وترقم كل مسارات التحكم للملفات دائرة التحكم بالأرقام .... 1,2,3,4. وحتى نحصر عدد الريش المساعدة لأحد الكونتاكتورات وليكن K1 مثلاً نمر على جميع المسارات فلا تجد أى ريش مساعدة (ريش تحكم) للكونتاكتور K1 إلا فى المسارات 2.3.5 ففى كل من المسارين 5 ,2 نجد ريشة مفتوحة للكونتاكتور K1 وفى المسار 3 نجد ريشة مغلقة للكونتاكتور K1، وبذلك يمكن القول أن عدد ريش التحكم المطلوبة للكونتاكتور K1، هى (1NC+2NO) فإذا كانت ريش التحكم الموجودة فى هذا الكونتاكتور هى 1NO لذا يجب علينا تثبيت وحدة ريش مساعدة إضافية على الكونتاكتور تحتوى على (1NO+ 1NC).

ويمكن الرجوع للشكل (١ – ١٣) لمعرفة طريقة تثبيت وحدة ريش إضافية على الكونتاكتور وكذلك طريقة نزعها.



الدائرة الرئيسية
بريـــزة
محرك مضخة التبريد
محرك ظرف المخرطة
دائرة التحكم
مخطط التوصيل لنهايات الشعب

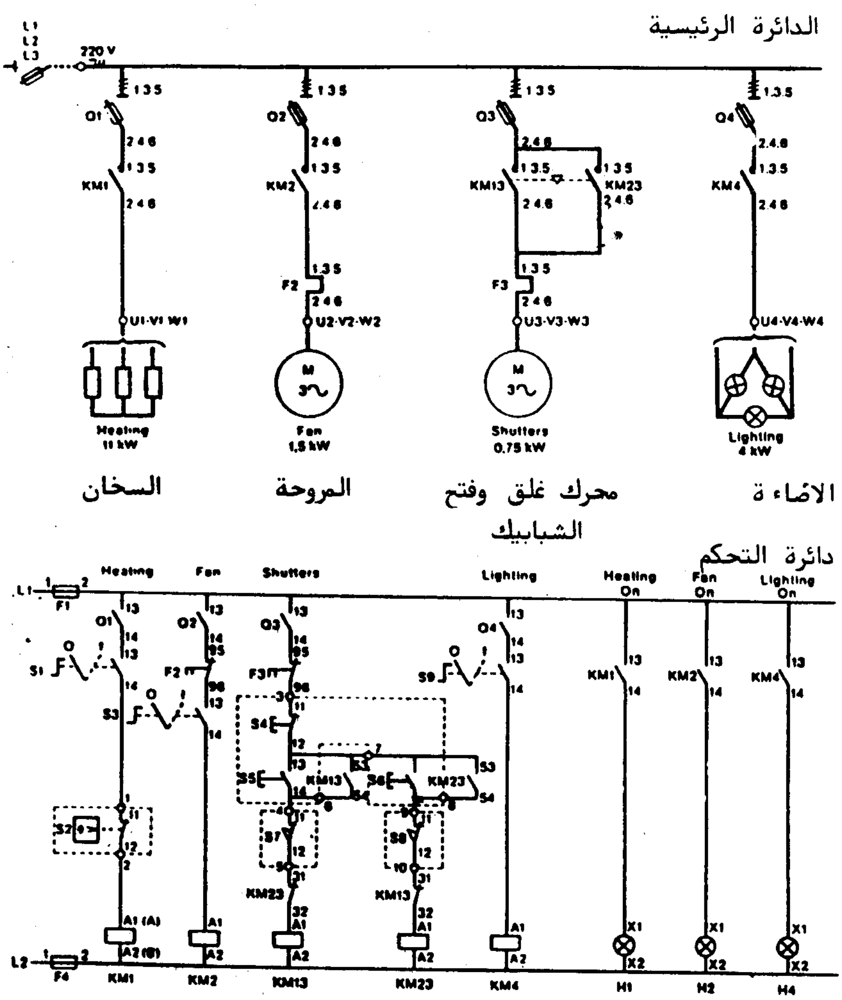
الشكل (٧-١١)

٧ / ٦ - وحدة التحكم المتعددة الوظائف :

تستخدم هذه الوحدة داخل المحلات التجارية الكبيرة للتحكم فى تهوية وتسخين وإضاءة المحل، بالإضافة إلى غلق وفتح الشبابيك داخل المحل والشكل (٧-١٢) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لهذه الوحدة، علماً بأن الدائرة الرئيسية مرسومة بمخطط أحادى الخط أى أن كل خط يمثل ثلاثة خطوط.

محتويات دائرة التحكم:

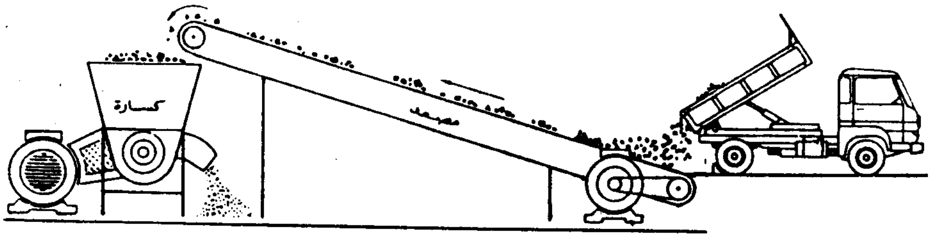
مفتاح دوار لتشغيل وحدة التسخين.	S1
ثرموستات.	S2
مفتاح دوار لتشغيل المروحة.	S3
ضاغط إيقاف الشبابيك عند وضع معين.	S4
ضاغط فتح الشبابيك.	S5
ضاغط غلق الشابيك.	S6
مفتاح نهاية مشوار الفتح للشبابيك.	S7
مفتاح نهاية مشوار غلق الشبابيك	S8
مفتاح دوار لتشغيل وحدة الإضاءة.	S9
لمبة بيان السخان.	H1
لمبة بيان المروحة.	H2
لمبة بيان وحدة الإضاءة.	H3



الشكل (٧-١٢)

٧ / ٧ - التحكم فى كسارة الحجر الجيرى:

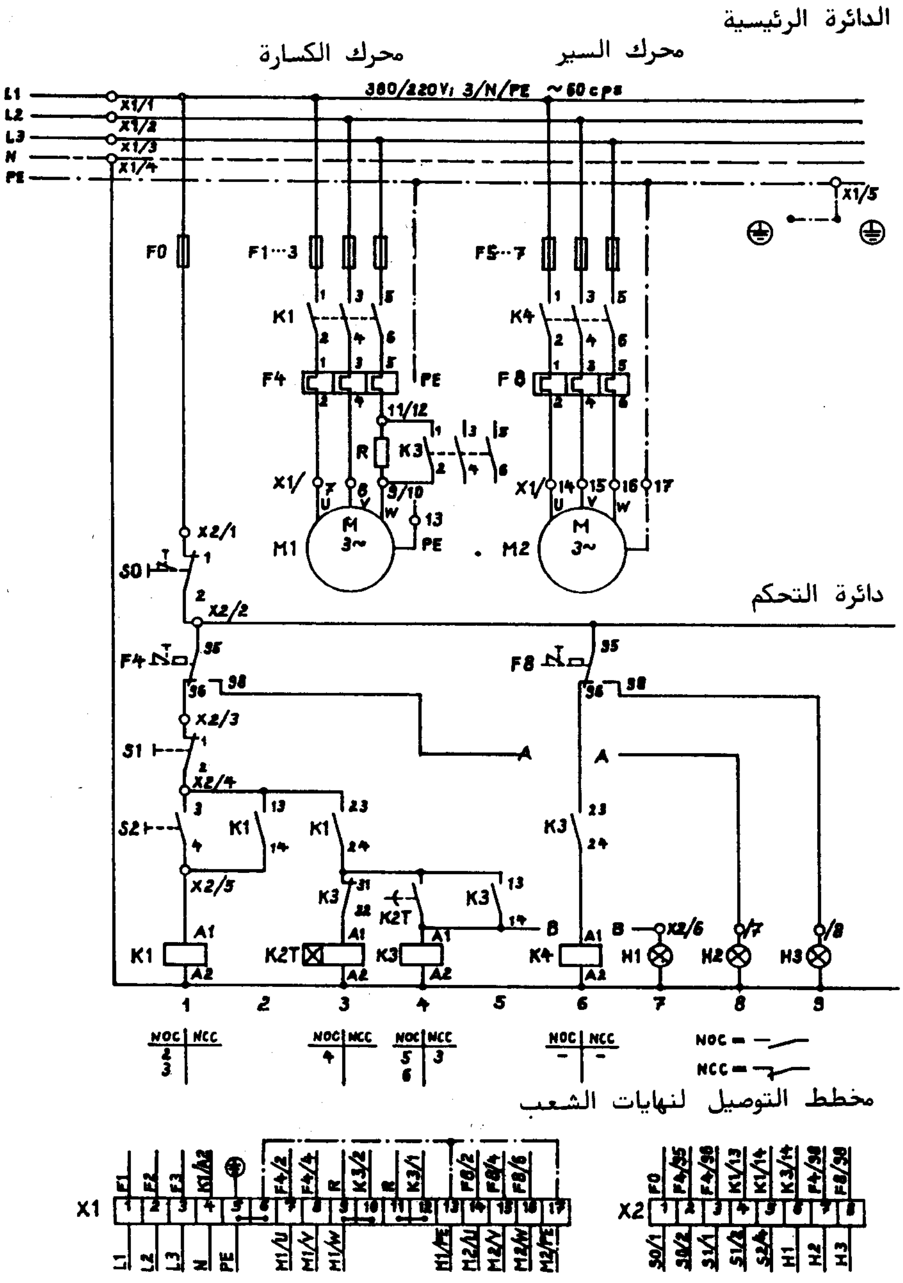
الشكل (٧-١٣) يبين المخطط التكنولوچى لكسارة الحجر الجيرى حيث يتم نقل الحجارة بواسطة سير مصعد إلى الكسارة. والشكل (٧-١٤) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لكسارة الحجر الجيرى.



الشكل (٧-١٣)

محتويات الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم:

مصهر حماية دائرة التحكم.	F0
ضاغط طوارئ لفصل الوحدة عند حدوث أمر غير عادى.	S0
متمم حرارى لمحرك الكسارة.	F4
متمم حرارى لمحرك السير المصعد.	F8
ضاغط إيقاف الوحدة.	S1
ضاغط تشغيل الوحدة.	S2
كونتاكتور تشغيل محرك الكسارة.	K1
مؤقت زمنى.	K2T
كونتاكتور لعمل قصر على مقاومة البدء.	K3
كونتاكتور تشغيل محرك السير المصعد.	K4
لمبة بيان تشغيل محرك الكسارة.	H1
لمبة زيادة الحمل على محرك الكسارة.	H2
لمبة زيادة الحمل على محرك السير المصعد.	H3


الدائرة الرئيسية
محرك الكسارة
محرك السير
380/220V; 3/N/PE ~60 cps
دائرة التحكم
مخطط التوصيل لنهايات الشعب
NOC
NCC

الشكل (٧-١٤)

نظرية التشغيل:

كما هو واضح من الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم أن محرك الكساره يبدأ بمقاومة بدء مع أحد الأوجه (دائرة كوزا) أما محرك السير المصعد فهو يتبع تشغيل محرك الكسارة.

٧ / ٨- الونش الأرضى الثابت:

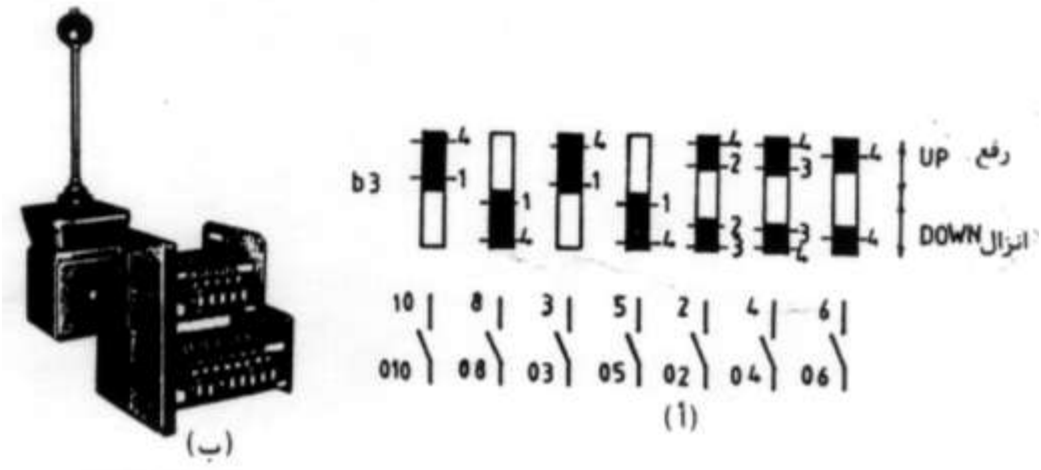
قبل أن نتكلم عن الونش الأرضى الثابت نحب أن نشير إلى بعض النقاط الهامة التي يجب أن تأخذ فى الاعتبار عند التعامل مع الأوناش الكهربية وهى:

١- تستخدم مفاتيح نهايات مشوار لتحديد نهايات الحركات المختلفة للونش.

٢- يستخدم ضاغط طوارئ لفصل الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم عند حدوث أمر غير عادى.

٣- للحصول على أى حركة للونش يجب الضغط المستمر على الضاغط المعد لهذه الحركة وذلك للسلامة حيث تتوقف حركة الونش بمجرد رفع اليد عن الضاغط.

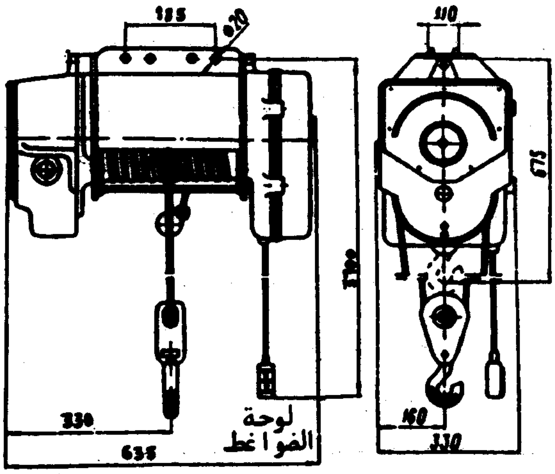
٤- أحيانا تستخدم الحاكمات القائدة Master Controllers فى تشغيل الأوناش وهى تشبه لحد كبير صندوق التروس Gear box للسيارة، والشكل (٧-١٥أ) يبين صورة لأحد الحاكمات القائدة المستخدم فى الحياة العلمية العملية أما



الشكل (٧-١٥)

الشكل (٧–١٥ب) فيبين ريش التلاميذ ومخطط التشغيل لحاكم قائد له ثماني مواضع تشغيل ووضع إيقاف . وتتغير حالة الريش من كونها مفتوحة أو مغلقة تبعًا لوضع الحاكم ففي وضع الإيقاف تكون جميع ريش الحاكم مفتوحة ولفهم تشغيل الحاكم، نأخذ على سبيل المثال الريشة B3/10-010 نجد أنها مغلقة في الأوضاع 1,2,3,4 (رفع) ويمكن معرفة ذلك بواسطة المستطيل المقابل لهذه الريشة فيلاحظ أنه مظلل في الأوضاع 1:4 (رفع) وأيضًا الريشة B3/2-02 تكون مغلقة في الأوضاع 3,4 (رفع) وأيضًا 2,3 (إنزال) وهكذا .

أما الشكل (٧–١٦) فيبين المسقط الرأسي والمسقط الجانبي لأحد الأوناش الأرضية الثابتة التي تثبت في مكان في السقف الخاص بالمنشأة وتقوم برفع وإنزال الأحمال في نفس مكان تثبيتها .



الشكل (٧–١٦)

أما الشكل (٧–١٧) فيبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم مستخدمًا الحاكم القائد علمًا بأن الرموز المستخدمة رموز ألمانية قديمة .

محتويات المخطط الكهربي :

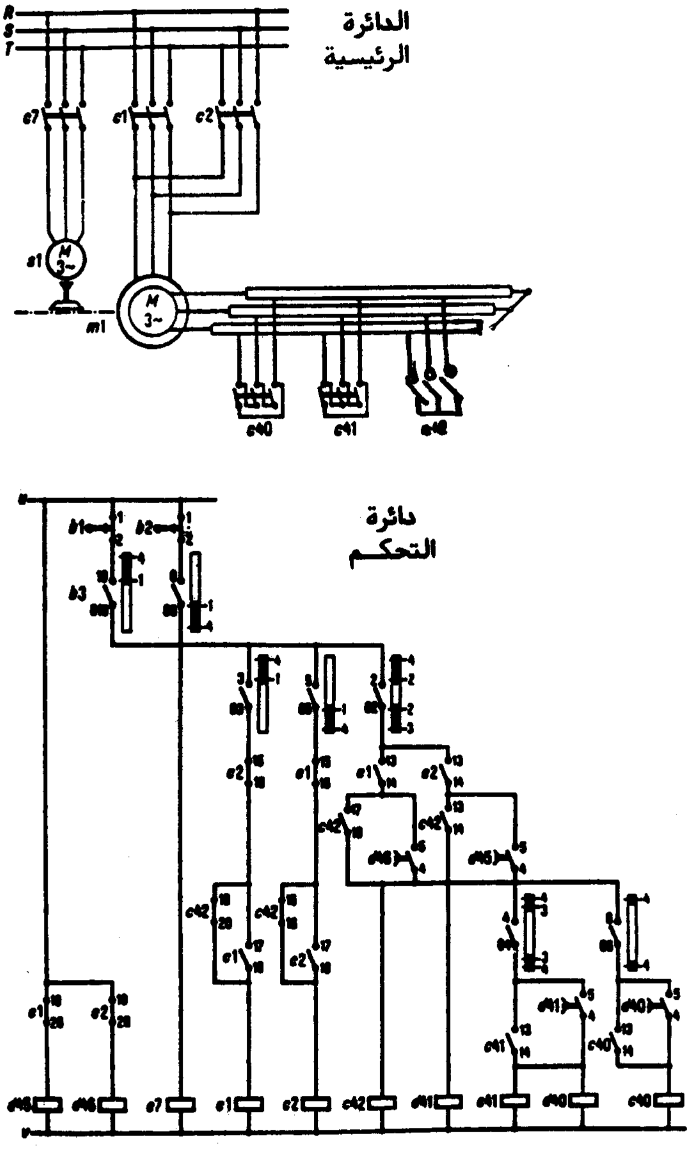
مفتاح نهاية مشوار الرفع .	b1
مفتاح نهاية مشوار الإنزال .	b2
كونتاكتور الرفع (يمين) .	c1
كونتاكتور الإنزال (يسار) .	c2
كونتاكتورات العضو الدوار .	c40,c41,c42

محرك الونش.	m1
محرك فرملى.	s1
كونتاكتور المحرك الفرملى	c7

فكرة عمل الونش الأرضى الثابت:

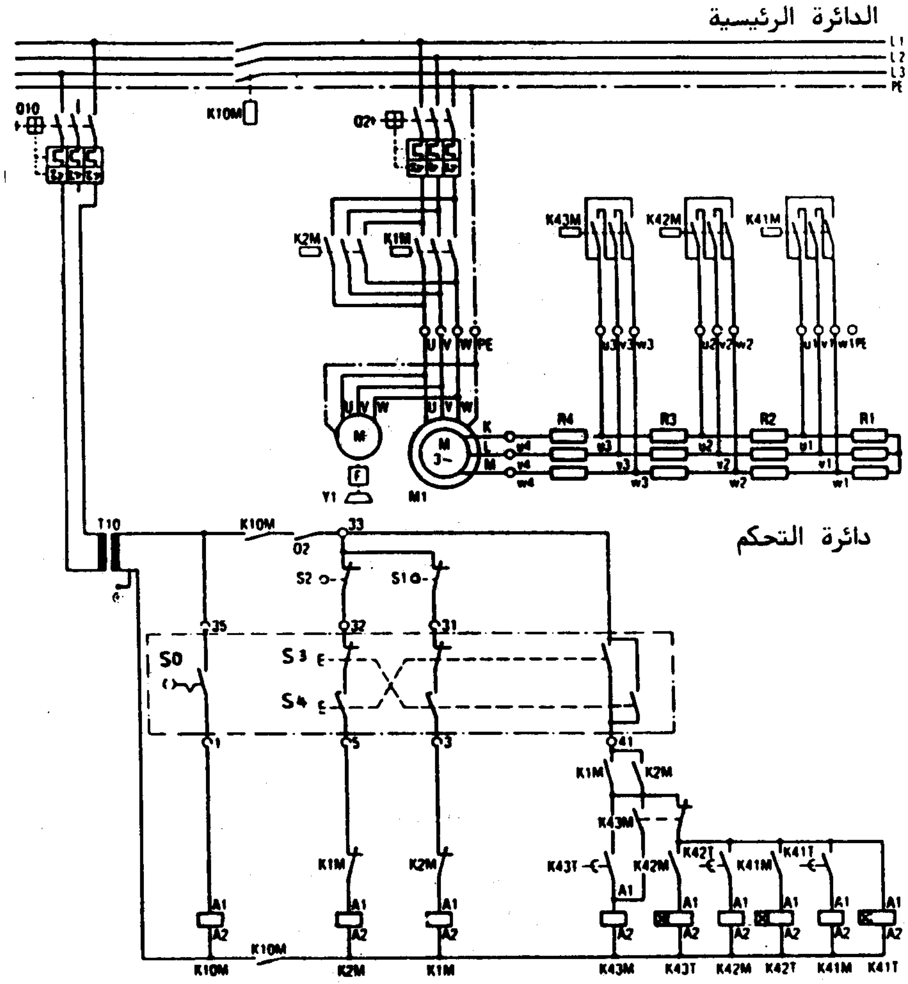
من دائرة التحكم لهذا الونش يلاحظ أن الحاكم القائد له تسعة مواضع تشغيل أربعة للرفع وأربعة للإنزال وواحد للتوقف.

فعند وضع الحاكم على وضع 0 فإن مسار التيار يكتمل لكل من المؤقتين d45, d46 وعند الانتقال من وضع 0 (توقف) إلى وضع 1 (رفع) فإن مسار التيار يكتمل لكلا من c1, c7 وينقطع مسار التيار عن d45 وبالتالى يدور المحرك m1 حيث تتحرر الفرملة S1 ولكن تكون كل المقاومات موصلة على التوالى مع العضو الدوار للمحرك m1. وعند الانتقال من وضع 1 (رفع) إلى وضع 2 (رفع) فإن مسار التيار سيكتمل لكلاً من المؤقت d41 والكونتاكتور c42 وهذا يعنى أن المحرك ما زال فى مرحلة البدء ولكن خرج جزء من مقاومات البدء بواسطة الكونتاكتور c42. وعند وضع الحاكم القائد على الوضع 3 (رفع) فإن مسار التيار سيكتمل لكل من c41,d40 وذلك بعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت d41 وهذا يعنى أن المحرك ما زال فى مرحلة البدء ولكن خرج الجزء الثانى من المقاومات بواسطة الكونتاكتور c41. وعند وضع الحاكم على الوضع 4 (رفع) فإن مسار التيار يكتمل للكونتاكتور c40 وذلك بعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت d40 وهذا يعنى أن المحرك انتهى من مرحلة البدء وهو فى حالة الدوران الطبيعى حيث خرج الجزء الثالث من مقاومة البدء ولم يتبقى إلا الجزء الرابع لزيادة عزم الونش أثناء رفع الأحمال. وعندما نرغب فى إنزال الحمل المعلق فى حبل الونش نعيد الحاكم على وضع التوقف (0) فيكتمل مسار التيار لكلا من d45,d46 وثم بعد ذلك تنقل الحاكم إلى الوضع 1(إنزال) فيكتمل مسار التيار لكلا من c2,c7 وينقطع مسار التيار عن d46 ويبدأ المحرك الرئيسى m4 فى الدوران فى الإتجاه المعاكس لا نزال الأحمال وبعد ذلك يتم نقل الحاكم على الوضع 2 (إنزال) ثم 3 (إنزال) ثم 4 (إنزال) وذلك لإخراج المقاومات الواحدة تلو الأخرى من دائرة العضو الدوار علماً بأن المؤقتات الزمنية المستخدمة تؤمن خروج المقاومات فى الوقت المناسب.



الشكل (٧-١٧)

أما الشكل (٧–١٨) فيبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للونش الثابت ولكن بدون استخدام الحاكم القائد بل باستخدام مجموعة من الضواغط.



الشكل (٧–١٨)

محتويات المخطط الكهربى :

البيان	الرمز
محول التحكم	T10
مفتاح الطوارئ	SO
نهاية مشوار الرفع	S1
نهاية مشوار الإنزال	S2
ضاغط الرفع	S3
ضاغط الإنزال	S4
قاطع دائرة التحكم	Q10
قاطع الدائرة الرئيسية	Q2
كونتاكتور وصل وفصل الدائرة	K10M
كونتاكتور اليمين (رفع)	K1M
كونتاكتور اليسار (إنزال)	K2M
كونتاكتور بدء	K41M
كونتاكتور بدء	K42M
كونتاكتور بدء	K42M
مؤقت بدء	K41T
مؤقت بدء	K42T
مؤقت بدء	K43T
محرك الونش	M1
المحرك الفرملى	Y1
مقاومات البدء	R1, R4

نظرية التشغيل :

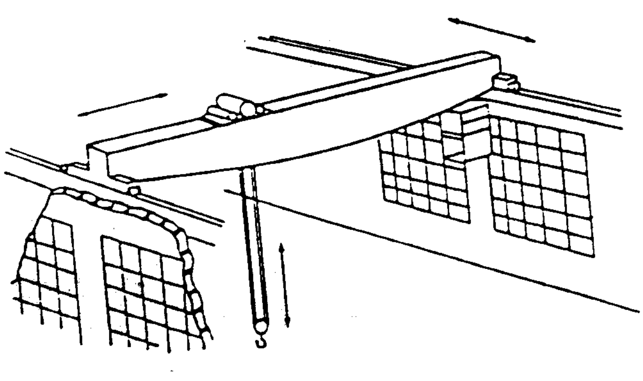
فى بادئ الأمر يوضع مفتاح الطوارئ S0 المزود بمفتاح يدوى على وضع التشغيل وكذلك يوضع Q10, Q2 على وضع التشغيل فيكتمل مسار التيار للملف K10M، وتصبح الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم جاهزة للعمل. وعند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار التيار للملف K1M وتباعًا يتمغنط K41T ويدور المحرك M1 جهة اليمين وجميع مقاومات البدء موصلة على التوالى مع العضو الدوار. وبعد الانتهاء من الزمن المعاير عليه K41T وتخرج R1 من دائرة العضو الدوار بواسطة الكونتاكتور K41M، وبعد ذلك يكتمل مسار التيار للمؤقت K42T وبعد مرور الزمن المعاير عليه هذا المؤقت يكتمل مسار التيار للملف K42M فتخرج المقاومة R2 خارج دائرة

العضو الدوار وبنفس الطريقة تخرج مقاومات البدء الواحدة تلو الأخرى، ولا يتبقى إلا المقاومة R4 لزيادة عزم المحرك. وبنفس الطريقة يمكن عكس حركة الونش وذلك بالضغط على الضاغط S4.

٧ / ٩- الونش الذى يعمل فوق مستوى الرؤوس:

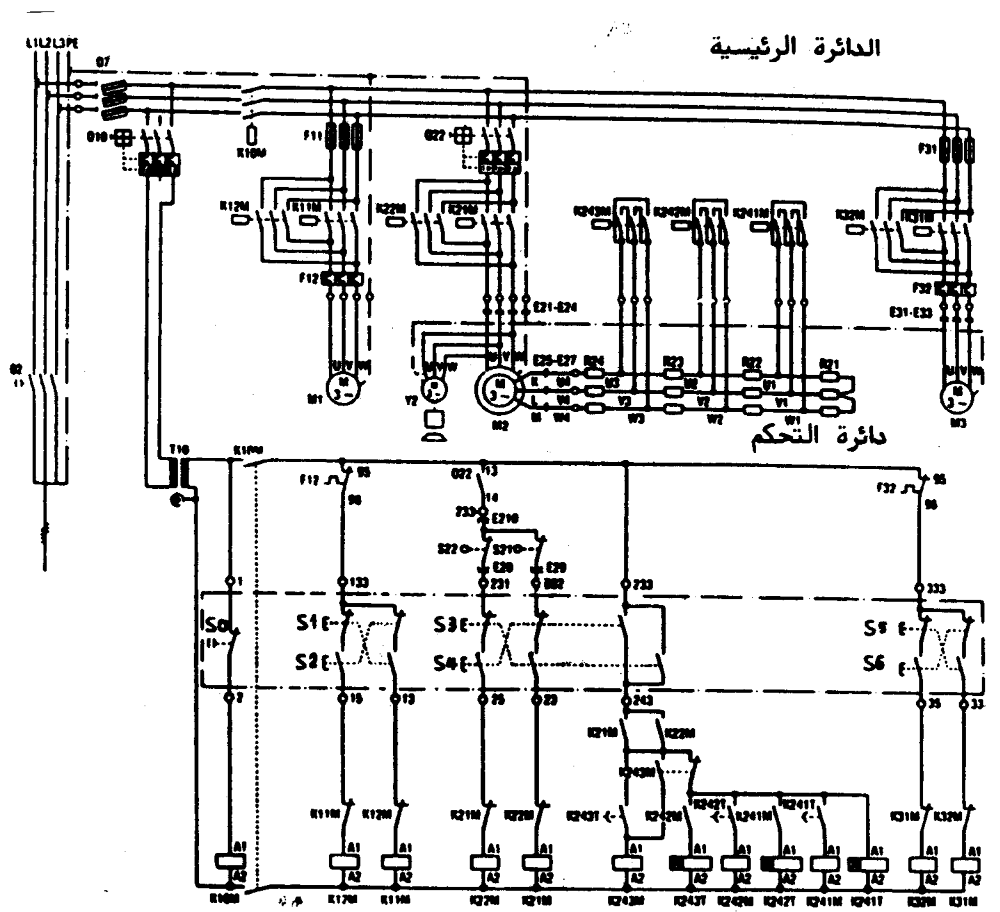
الشكل (٧-١٩) يبين المخطط التكنولوچى لهذا الونش. ويحتوى هذا الونش على ثلاثة محركات وهى كالآتى:

المحرك M1 لإحداث الحركة الطولية للونش، أما المحرك M2 فيقوم بإدارة الترس الدودى لرفع وخفض الحمل أما المحرك M3 فيقوم بتحريك ترولى الونش حركة عرضية يميناً ويساراً.



الشكل (٧-١٩)

أما الشكل (٧-٢٠) فيبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للونش.



الشكل (٧-٢٠)

محتويات المخطط الكهربى

المفتاح الرئيسى	Q1
مفتاح سكينة بمصهرات	Q7
قاطع لحماية دائرة التحكم	Q10
قاطع محركات لحماية محرك الترس الدورى	Q22
مصهرات الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم	F1, F11,F13
متممات حرارية	F12, F32

كونتاكتورات عكس حركة M1	M12M, K11M
كونتاكتورات عكس حركة M2	K22M, K21M
كونتاكتورات العضو الدوار للمحرك M2	K243M, K242M, K241
كونتاكتورات عكس حركة M3	K32M, K31M
كونتاكتور فصل ووصل الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم	K10M
محول التحكم	T10
ضاغط الطوارئ	S0
ضاغط الحركة الأمامية للونش	S1
ضاغط الحركة الخلفية للونش	S2
ضاغط الرفع للونش	S3
ضاغط الإنزال للونش	S4
ضاغط الحركة العرضية جهة اليمين	S5
ضاغط الحركة العرضية جهة اليسار	S6
مفاتيح نهايات مشوار الرفع والخفض	S22, S21
مؤقتات زمنية لبدء المحرك M2	K241T, K242T, K243T

نظرية التشغيل:

كما هو واضح أن دائرة الونش تتكون من ثلاثة دوائر معروفة وهي:

١- دائرتين لعكس حركة كلا من M1, M3.

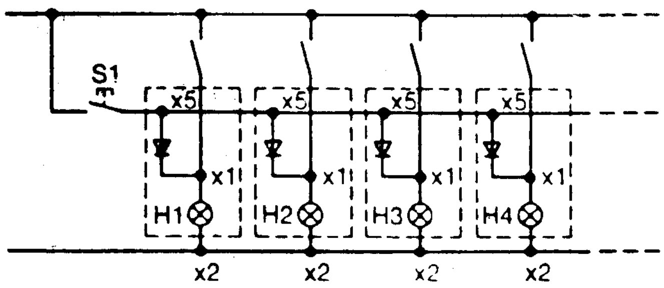
٢- دائرة عكس حركة المحرك M2 ويبدأ حركته بمقاومات بدء من العضو الدوار ويتوقف بفرملة.

٧ / ١٠ – دوائر اختبار لمبات البيان ودوائر الانذار:

٧ / ١٠ / ١ – دوائر اختبار اللمبات:

نظرًا لأنه قد يؤدى احتراق بعض لمبات البيان فى لوحة التحكم الخاصة بالمصنع إلى سوء فهم المشغل لأداء نظام التحكم، لذا وجب عمل دوائر لاختبار لمبات البيان، حتى يقوم المشغل من حين لآخر باختبار لمبات البيان للتأكد من سلامتها واستبدال التالف منها بآخر سليم.

والشكل (٧–٢١) يبين أحد الدوائر التى تقوم باختبار لمبات البيان.



الشكل (٧–٢١)

علمًا بأنه يفضل فى هذه الدوائر استخدام التيار المستمر فى تشغيل اللمبات، ويستخدم دايود لاختبار كل لمبة بيان حيث يسمح هذا الدايود بمرور التيار القادم من ضاغط الاختبار S1 ثم إلى لمبة البيان الخاصة به لاختبارها، ولا يسمح بالارتداد العكسى للتيار من أحد اللمبات المضيئة عند التشغيل العادى إلى باقى لمبات البيان فى لوحة التحكم.

ملاحظة:

أحيانًا يحدث خطأ مشهور فى الأنظمة التى تستخدم دوائر اختبار لمبات البيان، وهو إضاءة مجموعة من اللمبات بطريقة غير طبيعية وهذا ينتج عن انهيار دايود أحد اللمبات، وعند وصول تيار كهربى للمبة هذا الدايود المنهار ينعكس التيار من خلال الديود المنهار إلى باقى اللمبات فتضىء جميع اللمبات المشتركة فى ضاغط اختبار اللمبات.

٧ / ١٠ / ٢ - دوائر الإنذار:

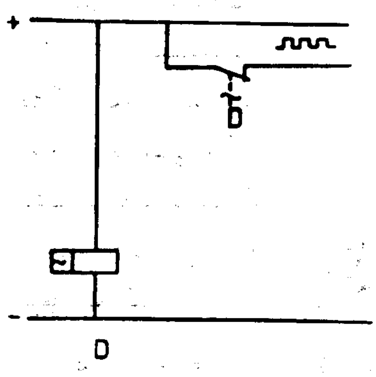
تنقسم هذه الدوائر إلى دوائر الإنذار الضوئى ودوائر الإنذار الصوتى.

أولاً: دوائر الإنذار الضوئى:

ففى دوائر التحكم فى المحركات السابقة استخدم لمبة بيان خضراء لبيان تشغيل المحرك، وأخرى حمراء لبيان زيادة الحمل على المحرك وبالطبع هذه الطريقة تحتاج لعدد كبير من اللمبات خصوصًا لو زاد عدد المحركات وفى الحياة العملية يستخدم عادة لمبة بيان واحدة لكل محرك فعندما تضىء ضوءاً ثابتًا دل ذلك على أن المحرك يعمل بصورة طبيعية، وإذا أضاءت بضوء متقطع دل ذلك على أن المحرك توقف نتيجة لزيادة الحمل عليه وإذا كانت لمبة بيان المحرك غير مضيئة دل ذلك على أن المحرك متوقف عن العمل بصورة طبيعية.

ويمكن توليد تيار كهربى متقطع باستخدام مؤقت رعاش كما هو واضح بالشكل (٧-٢٢) حيث إن المؤقت يبدأ عمله بمجرد تشغيل لوحة التحكم.

ثانيًا: دوائر الإنذار الصوتى:



الشكل (٧-٢٢)

ويستخدم في هذه الدوائر بوق صوتى لتنبيه المشغل لوجود خلل فى نظام التحكم وبمجرد سماع المشغل لصوت بوق الإنذار الصوتى يقوم بإيقافه بضاغط المعرفة Acknowledge ويبدأ المشغل بالبحث عن مكان الخلل فى لوحة التحكم فعلى سبيل المثال إذا كان الخلل الموجود هو زيادة الحمل على أحد محركات النظام سيجد المشغل لمبة بيان المحرك تضىء بضوء متقطع، حينئذ يقوم المشغل باستدعاء فريق الصيانة لإزالة سبب الخلل وبعد الانتهاء من الصيانة يقوم المشغل بتحرير المتمم الحرارى أو القاطع الأتوماتيكى للمحرك ثم إعادة المحرك للخدمة مرة أخرى.

ملاحظة:

يستمر الإنذار الضوئي بعد إسكات الإنذار الصوتي بضاغط المعرفة، إلى أن يقوم المشغل بتحرير المتمم الحرارى أو إعادة قاطع المحركات إلى وضع التشغيل، وذلك بعد انتهاء عملية الصيانة.

والشكل (٧-٢٣) يبين فكرة عمل الإنذار الصوتى وكيفية إيقافه

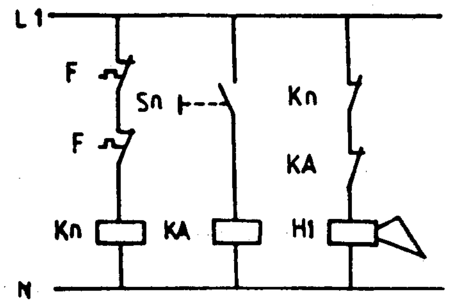
حيث إن:

Kn ريلاى الإنذار

KA ريلاى إزالة الانذار الصوتى

H1 البوق

Sn ضاغط المعرفة لإزالة الإنذار الصوتي

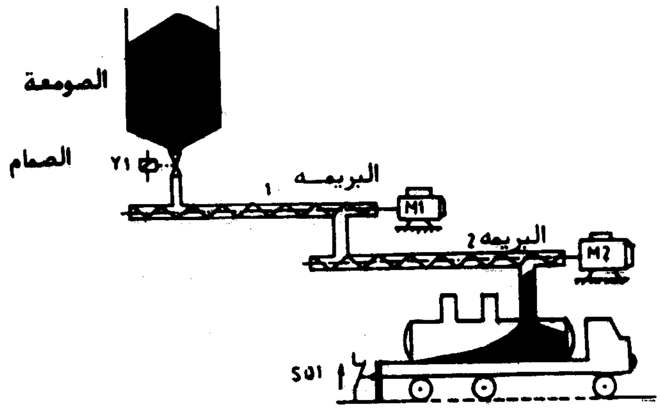


الشكل (٧-٢٣)

٧ / ١١- وحدة تعبئة الأسمنت السايب

فى الشكل (٧-٢٤) المخطط التكنولوچى لهذه الوحدة والتى يمكن تشغيلها ذاتيًا أو أتوماتيكيًا من داخل غرفة التحكم.

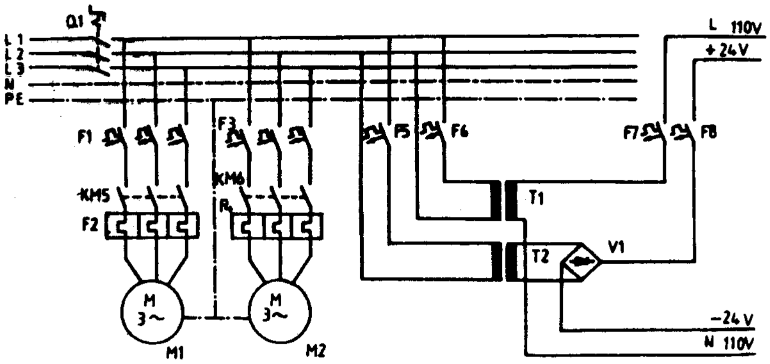
مكونات الوحدة:



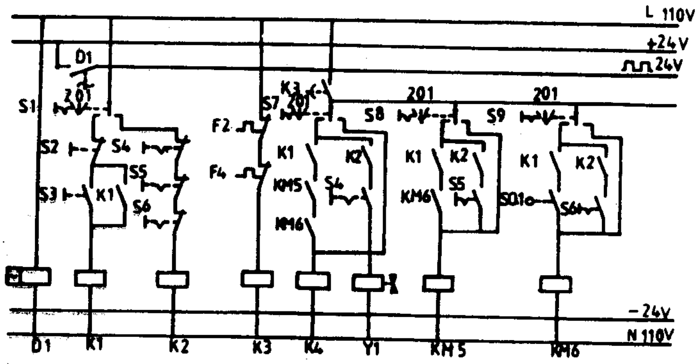
الشكل (٧-٢٤)

صومعة مملوءة بالأسمنت، صمام للتحكم فى فتح وغلق الصومعة، البريمة 1 والبريمة 2 وهما ناقلتان لنقل الأسمنت من الصومعة إلى السيارة المطلوب تعبئتها بالأسمنت.

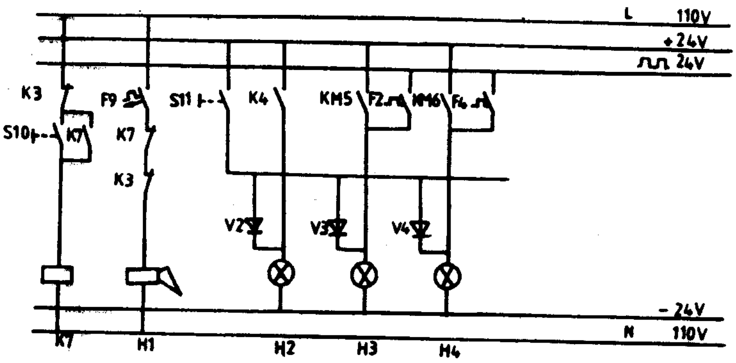
أما الشكل (٧-٢٥) فيبين الدائرة الرائيسية ودائرة التحكم لهذه الوحدة:



المخطط 1



المخطط 2



المخطط 3

الشكل (٧-٢٥)

محتويات المخطط الكهربى :

البيان	الرمز	البيان	الرمز
محول التحكم (380V/110V)	T1	ريلاى التشغيل الأوتوماتيكى	K1
محول (380V/24V)	T2	ريلاى التشغيل اليدوى	K2
قنطرة توحيد	V	ريلاى الأنذار الصوتى	K3
مفتاح اختيار نوع التشغيل	S1	كونتاكتور تشغيل الصمام Y_1	K4
ضاغط الإيقاف	S2	كونتاكتور تشغيل محرك البريمة1	KM5
ضاغط التشغيل	S3	كونتاكتور تشغيل محرك البريمة 2	KM6
مفتاح التشغيل اليدوى للصمام Y1	S4	ريلاى إزالة الإنذار الصوتى	K7
مفتاح التشغيل اليدوى لمحرك البريمة 1	S5	صمام التحكم فى غلق وفتح الصومعة	Y1
مفتاح التشغيل اليدوى لمحرك البريمة 2	S6	محرك البريمة 1	M11
مفتاح الأمان للصمام Y_1	S7	محرك البريمة 2	M2
مفتاح أمان لمحرك البريمة 1	S8	لمبة بيان تشغيل الصمام	H2
مفتاح أمان لمحرك البريمة 2	S9	لمبة بيان تشغيل محرك البريمة 1	H3
ضاغط المعرفة (إزالة الإنذار الصوتى)	S10	لمبة بيان تشغيل محرك البريمة 2	H4
ضاغط اختبار اللمبات	S11		
مفتاح نهاية مشوار سيارة الأسمنت	SQ1		

ملاحظات :

١- مفتاح الاختيار يوجد داخل غرفة التحكم وله ثلاثة مواضع (1-0-2) حيث إن الوضع 0 يعنى التوقف، أما الوضع 1 يعنى التشغيل اليدوى للوحدة من داخل غرفة التحكم والوضع 2 يعنى تشغيل الوحدة من غرفة التحكم أتوماتيكيًا.

٢- مفاتيح الأمان توضح بجوار كل محرك ويوجد لها ثلاثة مواضع تشغيل (1-0-2)

والوضع 0 يستخدم أثناء صيانة المحرك والوضع 1 يستخدم أثناء الصيانة للتشغيل اليدوى للمحرك للاطمئنان عليه أما وضع 2 يستخدم للتحكم فى المحرك من داخل غرفة التحكم.

نظرية التشغيل:

للتحكم فى تشغيل الوحدة يدويًا أو أتوماتيكيًا من داخل غرفة التحكم توضع مفاتيح الأمان S7 وS8 وS9 على وضع 2 فعند تشغيل الوحدة أتوماتيكيًا يوضع مفتاح الاختبار (الموجود داخل غرفة التحكم) S1 على وضع 2 ثم بعد ذلك يضغط على الضاغط S_3 لبدء التشغيل الأتوماتيكى للوحدة، فيكتمل مسار التيار لملف الريلاى K1، وبمجرد وقوف السيارة فى المكان المخصص لها تحت البريمة 2 ستضغط على مفتاح نهاية المشوار SQ1، وبالتالى يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور KM6 فتدور البريمة 2 وتباعًا يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور KM6 وتدور البريمة 1 وتباعًا يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K4 فيفتح الصمام Y1 فينتقل الأسمنت من الصومعة إل البريمة 1 ثم إلى البريمة 2 ثم إلى السيارة.

وعند حدوث زيادة فى الحمل على البريمة 1 مثلاً ينقطع مسار التيار لملف الريلاى K3 فيكتمل مسار التيار للبوق H1 فيحدث إنذار صوتى وفى نفس الوقت تضىء اللمبة H3 بضوء متقطع، وعندما يقوم المشغل بالضغط على الضاغط S10 يتوقف الإنذار الصوتى ولكن تستمر اللمبة H3 تضىء بضوء متقطع فترشد المشغل على مكان الخلل، فيقوم المشغل بإيقاف الوحدة كليًا بالضغط على الضاغط S2 ثم يحرر المتمم الحرارى F4، وبعد ذلك يقوم فريق الصيانة بوضع مفتاح الأمان S8 على وضع التوقف 0 ولزيادة الأمان يستخدم قفل يدوى لتثبيت المفتاح S8 على وضع 0، وبعد إجراء الصيانة اللازمة فى البريمة 1 يزال القفل ويوضع مفتاح الأمان S8 على وضع 1 فإن دارت البريمة دورانًا طبيعيًا أعيد وضع مفتاح الأمان على وضع 2 ويبلغ مشغل لوحة التحكم بانتهاء عملية الصيانة وأن الوحدة جاهزة للعمل فيقوم المشغل بتشغيل الوحدة إما يدويًا أو أتوماتيكيًا من داخل غرفة التحكم، ولنفرض أنه قام بتشغيل الوحدة يدويًا فيتبع الأسلوب الآتى:

يضع مفتاح الاختيار S1 على وضع 1 ويتأكد من أن جميع مفاتيح التشغيل

اليدوية للصمام Y1 والبريمة 1 والبريمة 2 ليست مضغوطة للداخل (أى على وضع OFF) حينئذ يكتمل مسار التيار لملف الريلاى K2 وبعد ذلك يقوم المشغل بالضغط على المفتاح S6 ثم المفتاح S5 ثم المفتاح S4 فيفتح الصمام Y1 الصومعة وينتقل الأسمنت من الصومعة إلى البريمة 1 ثم البريمة 2 ثم إلى السيارة وبعد الانتهاء من ملء السيارة يتم وضع المفاتيح S6,S5,S4 على وضع OFF وذلك بالضغط على S4 ثم S5 ثم S6. ويمكن للمشغل اختبار اللمبات فى أى لحظة بالضغط على الضاغط S11.

ملاحظة:

هناك فرق بين المفاتيح التى تعمل بالانضغاط والضواغط فالأولى تصبح على وضع ON عند الضغط عليها وتستمر هكذا إلى أن يتم الضغط عليها مرة أخرى فتصبح OFF أما الضواغط تصبح على وضع ON أثناء الضغط عليها فقط.

٧ / ١٢- المصاعد الكهربية:

تنقسم المصاعد الكهربية من حيث الأعداد التى تعمل سوياً إلى:

أ - المصعد الكهربى المفرد.

ب- منظومات المصاعد الكهربية والتى تتألف من أكثر من مصعد تعمل سويا.

وتنقسم المصاعد الكهربية التى تعمل منفردة من حيث أسلوب عملها إلى:

١- المصاعد الكهربية ذات الطلب المفرد حيث تلبى هذه المصاعد أول طلب مقدم إليها سواء استدعاء من خارج الكابينة أو توجيه من داخل الكابينة.

٢- مصاعد كهربية تجمع الطلبات عند الصعود وتنفذ الطلبات الأخرى الأقرب فالأقرب أما عند النزول فلا تنفذ إلا الطلب الأول لها.

٣- مصاعد كهربية تجمع الطلبات عند النزول ولا تنفذ عند الصعود إلا الطلب الأول لها.

٤- مصاعد كهربية تجمع الطلبات عند الصعود وتنفذ الطلبات الأقرب فالأقرب، وكذلك تجمع الطلبات عند النزول وتنفذ الطلبات الأقرب فالأقرب.

٥- مصاعد كهربية تجمع الطلبات وتصنفها.

والفرق بين النوع الرابع والخامس هو أن النوع الرابع يجمع الطلبات التى تتفق مع اتجاهه فقط وينفذها أما النوع الخامس فيجمع الطلبات سواء كانت فى اتجاهه أو فى عكس اتجاهه، وينفذ الموجودة فى اتجاهه ويخزن الموجودة فى عكس اتجاهه. وعادة يوضع على كل دور لمصاعد النوع الخامس ضاغطان أحدهما عليه سهم لأعلى والآخر عليه سهم لأسفل.

ملاحظات:

١- أحيانا يستخدم مصعدان داخل العمارة الواحدة أحدهما فى حالة تشغيل والآخر احتياطى.

٢- بالنسبة للمحركات المستخدمة فى المصاعد أحيانا تكون محركات تيار مستمر وأحيانا تكون محركات تيار متردد.

٣- سرعة المصعد المريحة عادة (1:2m/ s)وعادة تكون سريعة فى بادئ الأمر ثم بطيئة قبيل الوقوف وهذا يتم إما باستخدام محركات ذات سرعات متعددة مثل محرك بمجموعتين من الملفات، أو محرك دالندر أو باستخدام وحدات تنظيم السرعة الإلكترونية.

٤- يوجد أنواع من المصاعد التى يتم التحكم فيها بالطرق التقليدية كالمشروحة فى هذا الكتاب أو بالدوائر الإلكترونية أو بالميكروبروسيسور أو بأجهزة التحكم المبرمج.

٥- يوجد أنواع من المصاعد الهيدروليكية التى تعمل باسطونات هيدرولكية تلسكوبية.

٧ / ١٢ / ١ - الأجهزة المستخدمة فى المصاعد الكهربية:

فيما يلى عرض لمعظم الأجهزة المستخدمة فى المصاعد الكهربية:

١- ضواغط بلمبات لاختيار الأدوار من داخل الكابينة وتسمى ضواغط توجيه وكذلك ضواغط بلمبات بيان لاستدعاء الكابينة من أى دور.

٢- ضاغطين بلمبتين بيان بجوار باب كل دور فى حالة المصاعد المنفردة المجمعة والمصنفة أحدهما لاستدعاء الكابينة إذا كان المقصد هو الصعود والآخر استدعاء الكابينة إذا كان المقصد هو النزول حيث يشار على أحد الضاغطين

بسهم يشير للصعود ويشار على الضاغط الآخر بسهم يشير للنزول.

٤ – ضاغط طوارئ داخل الكابينة وأخر خارج الكابينة داخل غرفة بواب العمارة.

٥ – ضاغط صعود جبرى للكابينة وأخر نزرول جبرى لها وذلك أثناء الطوارى مثل حدوث حريق أو انهيار أحد الأبواب.. إلخ بواسطة البواب.

٦ – لمبات بيان إرشادية توضع فوق أبواب الأدوار المختلفة كل لمبة تشير لدور من الأدوار وتضيء اللمبة الخاصة بالدور الذى فيه الكابينة.

٧ – لمبات بيان طوارئ توضع أيضا فوق أبواب الأدوار المختلفة وتضيء بضوء متقطع فى حالات الطوارئ عندما يضغط أحد الركاب على ضاغط الطوارئ الموجود داخل الكابينة أو عندما يضغط البواب على ضاغط الطوارئ الموجودة عنده.

٨ – خلية ضوئية على جانبى باب الكابينة لفتح باب الكابينة إذا انتهى وقت الفتح ومازال أحد الركاب يقطع مسار الخلية الضوئية.

٩ – مفاتيح نهايات مشوار على كل دور من الأدوار للاستدلال على مكان الكابينة.

١٠ – مفاتيح نهايات مشوار على جانبى أبواب الأدوار لإمكانية التحكم فى فتح وغلق أبواب الأدوار.

١١ – محرك رئيسى إما محرك تيار مستمر أو محرك تيار متردد.

١٢ – محرك فرملة لفرملة المحرك الرئيسى أثناء توقفه.

١٣ – وزن معاكس متصل بالطرف الحر لحبل التعليق للكابينة والمار على بكرة وهذا الوزن يساوى وزن الكابينة مضاف إليه نصف وزن أقصى حمل للكابينة.

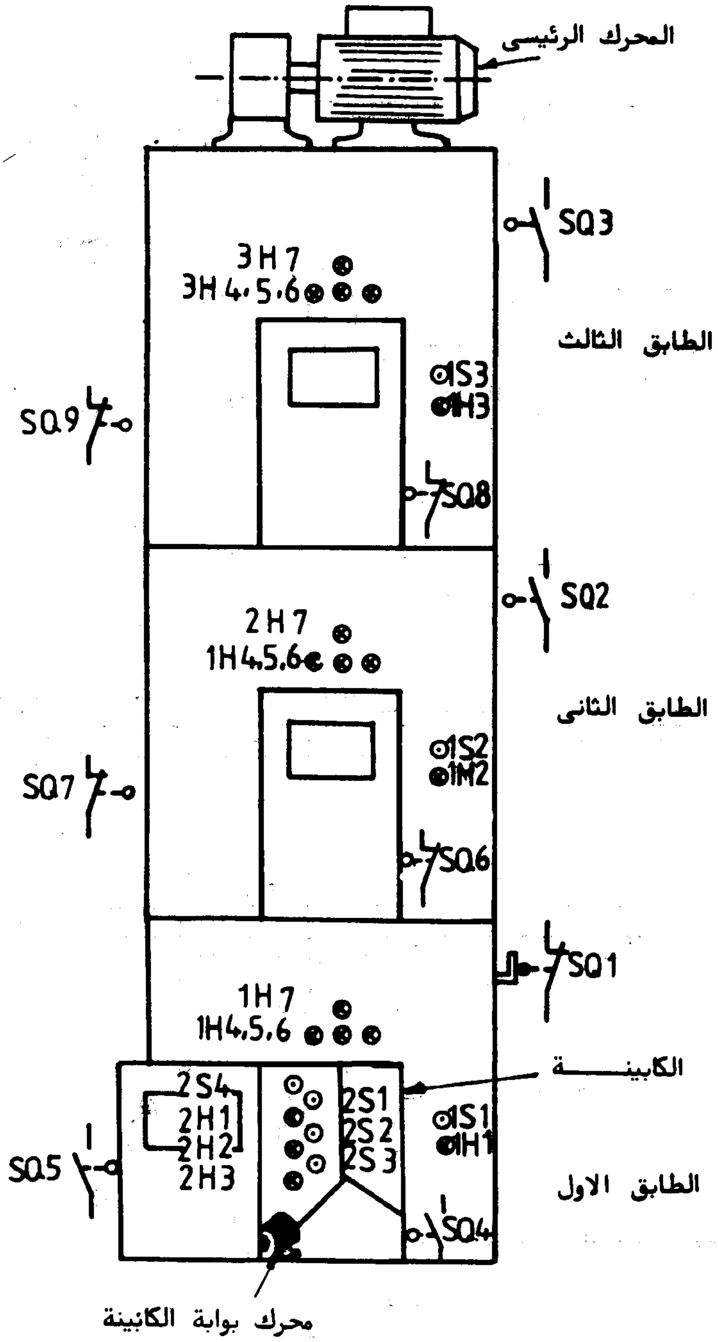
١٤ – وسيلة يدوية لرفع الكابينة لأعلى أو إنزالها لأسفل فى الحالات التى ينقطع فيها التيار الكهربى وحالات الطوارئ بصفة عامة.

١٥ – محرك لفتح وغلق باب الكابينة.

١٦ – مروحة تهوية داخل الكابينة ولمبة إضاءة للكابينة.

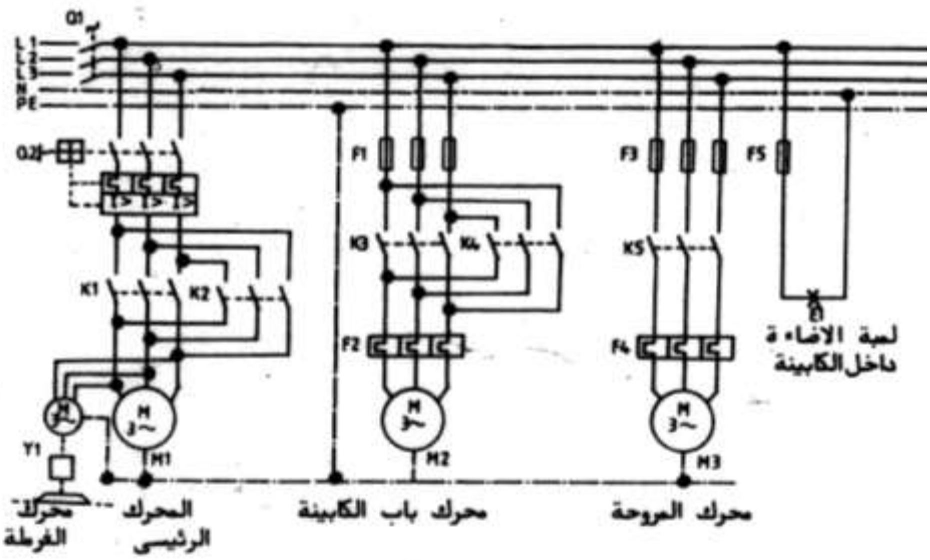
٧ / ١٢ / ٢ – المصعد الكهربى المنفرد ذو الطلب الواحد:

فى الشكل (٧–٢٦) المخطط التكنلوجى لأحد المصاعد الكهربية من النوع المنفرد والذى يلبى الطلب الأول فقط ويعمل هذا المصعد فى عمارة ثلاثة طوابق.

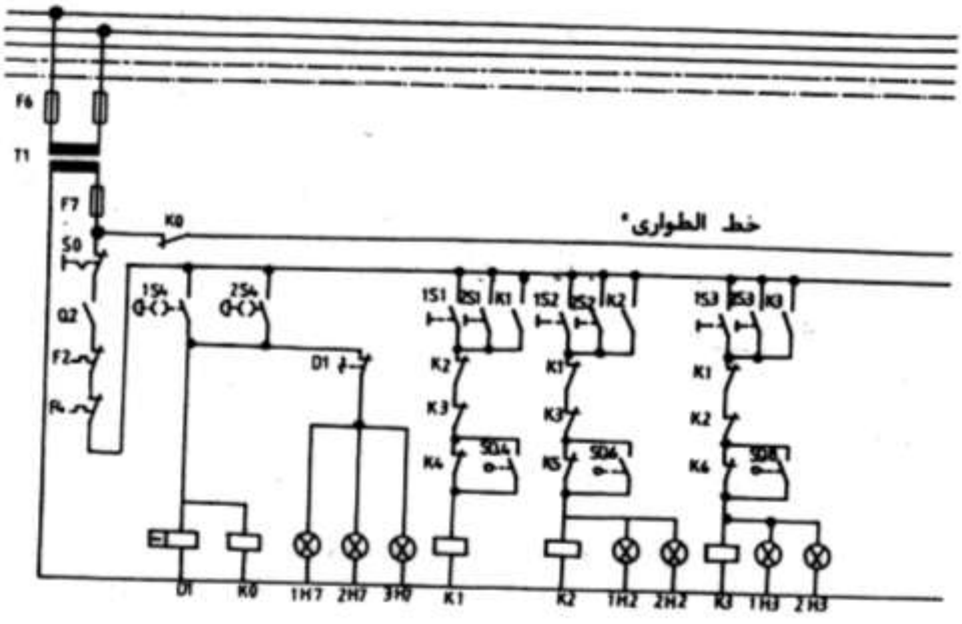

المحرك الرئيسى
SQ3
3H7
3H4.5.6
الطابق الثالث
1S3
1H3
SQ9
SQ8
SQ2
2H7
1H4.5.6
الطابق الثانى
1S2
1M2
SQ7
SQ6
SQ1
1H7
1H4.5.6
الكابينـــــة
2S4
2H1
2H2
2H3
2S1
2S2
2S3
1S1
1H1
SQ5
الطابق الاول
SQ4
محرك بوابة الكابينة

الشكل (٧-٢٦)

أما الشكل (٧ – ٢٧) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لهذا المصعد .

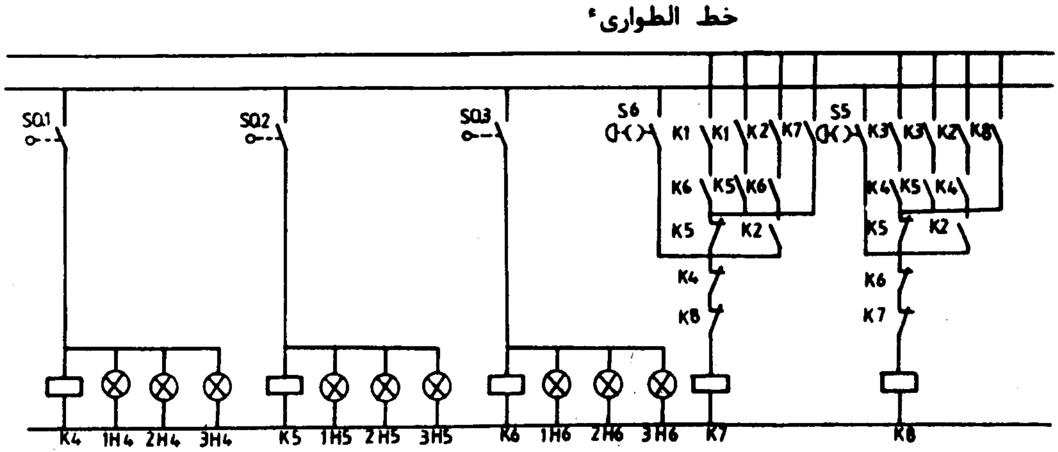


المخطط 1

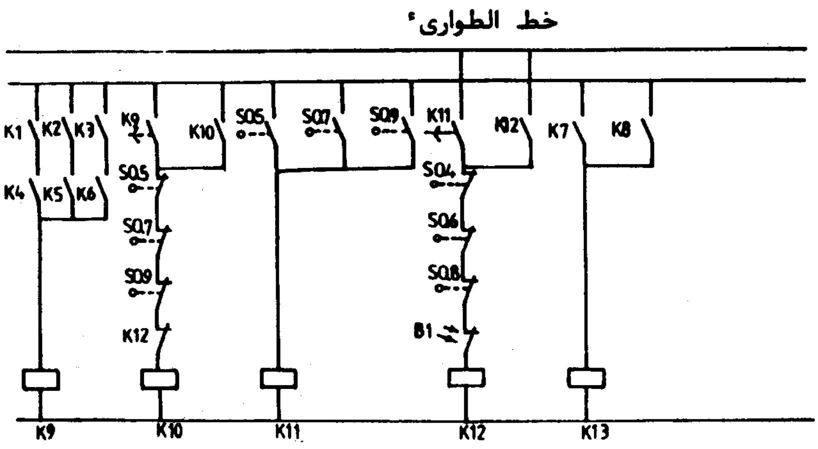


المخطط 2

الشكل (٧ – ٢٧)



المخطط 3



المخطط 4

تابع الشكل (٧ – ٢٧)

محتويات المخطط الكهربى :

مفاتيح نهايات مشوار الأدوار

الدور الأول SQ1

الدور الثانى SQ2

الدور الثالث SQ3

مفاتيح نهايات مشوار غلق الأبواب :

الدور الأول SQ4

الدور الثانى SQ6

الدور الثالث SQ8

مفاتيح نهايات مشوار فتح الأبواب :

الدور الأول SQ5

الدور الثانى SQ7

الدور الثالث SQ9

ضواغط الاستدعاء (فى الأدوار) :

الدور الثالث :

الدور الأول 1S1

الدور الثانى 1S2

الدور الثالث 1S3

ضواغط التوجيه (داخل الكابينة) :

الدور الأول 2S1

الدور الثانى 2S2

الدور الثالث 2S3

لمبات بيان الاستدعاء من الأدوار :

الدور الأول 1H1

الدور الثانى 1H2

الدور الثالث 1H3

لمبات بيان التوجيه (داخل الكابينة) :

الدور الأول 2H1

الدور الثانى 2H2

الدور الثالث 2H3

لمبات بيان مواضع الكابينة الموضوعة فوق باب الدور الأول :

لمبة بيان الدور الأول 1H4

لمبة بيان الدور الثانى 1H5

لمبة بيان الدور الثالث 1H6

لمبات بيان مواضع الكابينة الموضوعة فوق باب الدور الثانى :

الكابينة فى الدور الأول 2H4

الكابينة فى الدور الثانى 2H5

الكابينة فى الدور الثالث 2H6

لمبات بيان مواضع الكابينة الموضوعة فوق باب الدور الثالث :

الدور الأول 3H4

الدور الثانى 3H5

الدور الثالث 3H6

لمبات بيان الطوارئ

فوق باب الدور الأول 1H7

فوق باب الدور الثانى 2H7

فوق باب الدور الثالث 3H7

ضاغط الطوارئ عند البواب 1S4

ضاغط الطوارئ داخل الكابينة 2S4

المفتاح الرئيسى Q1

مفتاح تشغيل وفصل دائرة التحكم S0

ضاغط الصعود الجبرى للكابينة S5

ضاغط النزول الجبرى للكابينة	S6
الخلية الضوئية	B1
مصهرات دائرة التحكم	F6,F7
محول التحكم	T1
ريلاى الطوارئ	K0
مؤقت رعاش للطوارئ	D1
ريلاى طلب الدور الأول	K1
ريلاى طلب الدور الثانى	K2
ريلاى طلب الدور الثالث	K3
ريلاى وجود الكابينة فى الدور الأول	K4
ريلاى وجود الكابينة فى الدور الثانى	K5
ريلاى وجود الكابينة فى الدور الثالث	K6
كونتاكتور المحرك الرئيسى لهبوط الكابينة	K7
كونتاكتور المحرك الرئيسى لصعود الكابينة	K8
ريلاى تأخير زمن الفتح 2ثانية	K9
كونتاكتور لتشغيل محرك الباب لفتح الكابينة	K10
كونتاكتور لتشغيل محرك الباب لغلق الكابينة	K12
ريلاى تأخير الغلق 5 ثانية	K11
كونتاكتور المروحة	K13
قاطع حماية المحرك الرئيسى	Q2
مصهرات حماية الدائرة الرئيسية	F1,F3,F5
متممات حرارية	F2,F4
محرك فرملى	Y1
المحرك الرئيسى	M1
محرك باب الكابينة	M2
محرك المروحة	M3
لمبة إضاءة الكابينة	E1

ملاحظة :

أثناء فتح باب الكابينة يوجد خطاف يقوم بسحب باب الدور الذى عليه الكابينة معه ليفتحه هو الآخر والعكس صحيح أثناء الغلق.

الباب الثامن

إنشاء لوحات التحكم

إنشاء لوحات التحكم

٨ / ١ - مراحل إنشاء لوحات التحكم :

لإنشاء لوحة التحكم لأى عملية صناعية يجب المرور على المراحل التالية :

١ ـ مرحلة إعداد المخططات الكهربية .

٢ ـ مرحلة الحسابات والاختيارات من الكتالوجات لإعداد قائمة الخامات المطلوبة .

٣ ـ مرحلة رسم الكروكيات الخاصة بتنظيم أجهزة التحكم على باب لوحة التحكم وداخلها .

٤ ـ مرحلة تثبيت أجهزة مخاطبة النظام (مثل الضواغط والمفاتيح ولمبات البيان وأجهزة القياس) على باب لوحة التحكم .

٥ ـ مرحلة تثبيت أجهزة التحكم على لوح التثبيت ثم توصيلها واختبار التوصيل .

٦ ـ مرحلة تثبيت أجهزة نقل البيانات والمحركات فى الأماكن الخاصة بها داخل العملية الصناعية .

٧ ـ مرحلة تعليق لوحة تثبيت أجهزة التحكم داخل لوحة التحكم وإتمام عملية التوصيل .

٨ ـ مرحلة الاختبار العام للوحة التحكم والتعديل إن لزم الأمر.

٨ / ٢ - الجداول المستخدمة فى الاختيارات :

لتعيين تيار الخط للمحركات الثلاثية الوجه أو الأحادية الوجه بمعلومية القدرة وجهد التشغيل يستخدم الجدول (٨-١) .

الجدول (٨ - ١)

محركات استنتاجية أحادية الوجه				محركات استنتاجية ثلاثية الوجه					
KW	HP	220V A	240V A	KW	HP	220-240V A	380V A	415V A	440V A
0.37	0.5	3.9	3.6	0.37	0.5	1.8	1.03	-	0.99
0.55	0.75	5.2	4.8	0.55	0.75	2.75	1.6	-	1.36
0.75	1	6.6	6.1	0.75	1	3.5	2	2	1.68
1.1	1.5	9.6	8.8	1.1	1.5	4.4	2.6	2.5	2.37
1.5	2	12.7	11.7	1.5	2	6.1	3.5	3.5	3.06
1.8	2.5	15.7	14.4	2.2	3	8.7	5	5	4.42
2.2	3	18.6	17.1	3	4	11.5	6.6	6.5	5.77
3	4	24.3	22.2	3.7	5	13.5	7.7	7.5	7.1
4	5	29.6	27.1	4	5.5	14.5	8.5	8.4	7.9
4.4	6	34.7	31.8	5.5	7.5	20	11.5	11	10.4
5.2	7	39.8	36.5	7.5	10	27	15.5	14	13.7
5.5	7.5	42.2	38.7	9	12	32	18.5	17	16.9
6	8	44.5	40.8	10	13.5	35	20	-	-
7	9	49.5	45.4	11	15	39	22	21	20.1
7.5	10	54.4	50	15	20	52	30	28	26.5
				18.5	25	64	37	35	32.8
				22	30	75	44	40	39
				25	35	85	52	47	45.3
				30	40	103	60	55	51.5
				33	45	113	68	60	58
				37	50	126	72	66	64
				40	54	134	79	71	67
				45	60	150	85	80	76
				51	70	170	98	90	83
				55	75	182	105	100	90
				59	80	195	112	105	97
				63	85	203	117	115	109
				75	100	240	138	135	125
				80	110	260	147	138	131
				90	125	295	170	165	146
				100	136	325	188	182	162
				110	150	356	205	200	178
				129	175	420	242	230	209
				132	180	425	245	240	215
				140	190	450	260	250	227
				147	200	472	273	260	236
				150	205	483	280	270	246
				160	220	520	300	280	256
				180	245	578	333	320	289
				185	250	595	352	325	295
				200	270	626	370	340	321
				220	300	700	408	385	353
				250	340	800	460	425	401
				257	350	826	475	450	412
				280	380	900	510	475	450

بينما يستخدم الجدول (٨-٢) لتعيين مساحة مقطع الموصلات أحادية القلب الممدة داخل قنوات أو مواسير (مجموعة 1) أومساحة مقطع الكابلات متعددة القلوب (مجموعة 2) أو مساحة مقطع الموصلات أو الكابلات الموضوعة فى الهواء مع وجود مسافة بينية تساوى على الأقل قطر الكابل (مجموعة 3) سواء كانت نحاسية (CU) أو ألومنيوم (AL) وذلك بمعلومية التيار.

الجدول (٨ - ٢)

مساحة المقطع	مجموعة 1		مجموعة 2		مجموعة 3	
mm^2	CU A	AI A	CU A	AI A	CU A	AI A
0.75	-	-	6	-	10	-
1	6	-	10	-	10	-
1.5	10	-	10	-	20	-
2.5	16	10	20	16	25	20
4	20	16	25	20	35	25
6	25	20	35	25	50	35
10	35	25	50	35	63	50
16	50	35	63	50	80	63
25	63	50	80	63	100	80
35	80	63	100	80	125	100
50	100	80	125	100	160	125
70	125	-	160	125	200	160
95	160	-	200	160	250	200
120	200	-	250	200	315	200
150	-	-	250	200	315	250
185	-	-	315	250	400	315
240	-	-	400	315	400	315
300	-	-	400	315	500	400
400	-	-	-	-	630	500
500	-	-	-	-	630	500

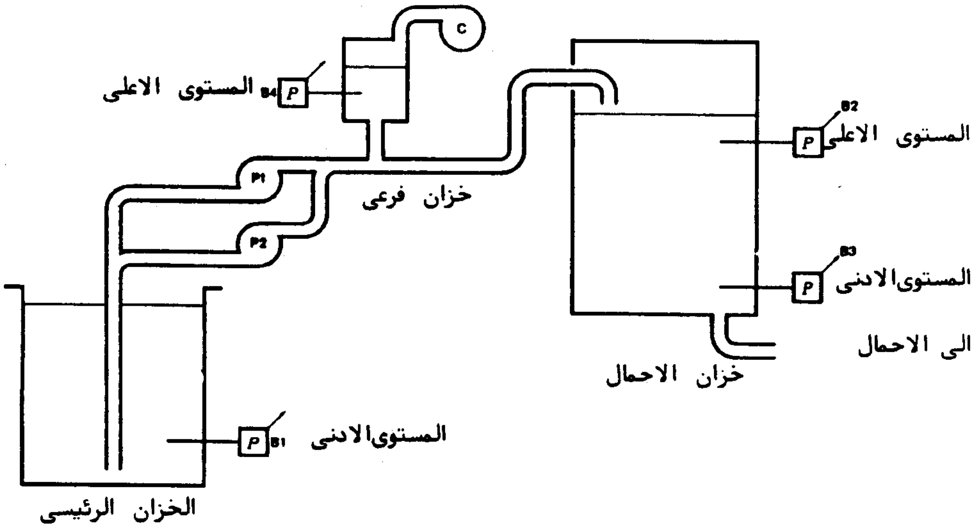
ولتعيين رقم الطلب لكل من الكونتاكتور والمتمم الحرارى ومصهرات الحماية المصنعة بشركة تليميكنيك الفرنسية بمعلومية قدرة المحرك وجهد تشغيله يستخدم الجدول رقم (٨-٣).

الجدول (٨-٣)

Motor (1) 220 V kW	hp	380 V kW	hp	415 V kW	hp	440 V kW	hp	رقم الطلب للكونتاكتور	رقم الطلب للمتمم الحرارى	سعة المصهرات aM Rating (A)	gI
		0,37	0.5			0,55	0.75	LC1-D093•A65	LR1-D09306A65	2	4
		0,55	0.75			0,75	1	LC1-D093•A65	LR1-D09307A65	4	6
0,37	0.5	0,75	1	1,1	1.5	1,1	1.5	LC1-D093•A65	LR1-D09307A65	4	6
0,55	0.75	1,1	1.5					LC1-D093•A65	LR1-D09308A65	6	10
0,75	1	1,5	2	1,5	2	1,5	2	LC1-D093•A65	LR1-D09308A65	6	10
1,1	1.5	2,2	3	2,2	3	2,2	3	LC1-D093•A65	LR1-D09310A65	8	16
				3	4	3	4	LC1-D093•A65	LR1-D09312A65	12	20
1,5	2	3	4	3,7	5	3,7	5	LC1-D093•A65	LR1-D09312A65	12	20
		3,7	5					LC1-D093•A65	LR1-D09314A65	12	20
2,2	3	4	5.5	4	5.5	4	5.5	LC1-D093•A65	LR1-D09314A65	12	20
3	4	5,5	7.5	5,5	7.5	5,5	7.5	LC1-D123•A65	LR1-D12316A65	16	25
3,7	5			7,5	10	7,5	10	LC1-D173•A65	LR1-D16321A65	20	32
4	5.5	7,5	10	9	12	9	12	LC1-D173•A65	LR1-D16321A65	20	32
		9	12					LC1-D253•A65	LR1-D25322A65	25	50
		10	13.5					LC1-D253•A65	LR1-D25322A65	25	50
5,5	7.5	11	15	11	15	11	15	LC1-D253•A65	LR1-D25322A65	25	50
7,5	10	15	20	15	20	15	20	LC1-D323•A65	LR1-D32353A65	32	63
9	12			18,5	25	18,5	25	LC1-D403•	LR1-D40355A65	40	80
10	13.5	18,5	25	22	30	22	30	LC1-D403•	LR1-D40355A65	40	80
11	15							LC1-D403•	LR1-D63357A65	63	100
		22	30	25	35	25	35	LC1-D503•	LR1-D63357A65	63	100
15	20					30	40	LC1-D503•	LR1-D63359A65	63	100
		25	35	30	40			LC1-D633•	LR1-D63359A65	63	100
				33	45	33	45	LC1-D633•	LR1-D63361A65	63	100
18,5	25	30	40	37	50	37	50	LC1-D633•	LR1-D63361A65	63	100
		33	45	40	54	40	54	LC1-D803•	LR1-D80363A65	80	125
22	30	37	50	45	60	45	60	LC1-D803•	LR1-D80363A65	80	125
		40	54			51	70	LC1-FF43	LR1-F105	100	160
		45	60	51	70	55	75	LC1-FF43	LR1-F105	100	160
25	35	51	70	55	75	59	80	LC1-FF43	LR1-F105	100	160
30	40	55	75	59	80			LC1-FF43	LR1-F125	125	200
		59	80			63	85	LC1-FG43	LR1-F125	125	200
33	45							LC1-FG43	LR1-F160	160	250
37	50	63	85	63	85	75	100	LC1-FG43	LR1-F160	160	250
40	54	75	100	75	100	80	110	LC1-FG43	LR1-F160	160	250
45	60	80	110	80	110	90	125	LC1-FG43	LR1-F160	160	250
51	70			90	125			LC1-FG43	LR1-F200	200	315
55	75	90	125	100	136	100	136	LC1-FG43	LR1-F200	200	315
						110	150	LC1-FH43	LR1-F200	200	315
						129	175	LC1-FH43	LR1-F250	250	400
59	80	100	136	110	150	132	180	LC1-FH43	LR1-F250	250	400
63	85	110	150	129	175	140	190	LC1-FH43	LR1-F250	250	400
		129	175	132	180			LC1-FH43	LR1-F315	315	500
75	100	132	180	140	190			LC1-FH43	LR1-F315	315	500
		140	190	147	200	147	200	LC1-FJ43	LR1-F315	315	500
		147	200	150	205	150	205	LC1-FJ43	LR1-F315	315	500
80	110	150	205	160	220	160	220	LC1-FJ43	LR1-F315	315	500

٨ / ٣ - تطبيق عملى على مراحل إنشاء لوحات التحكم:

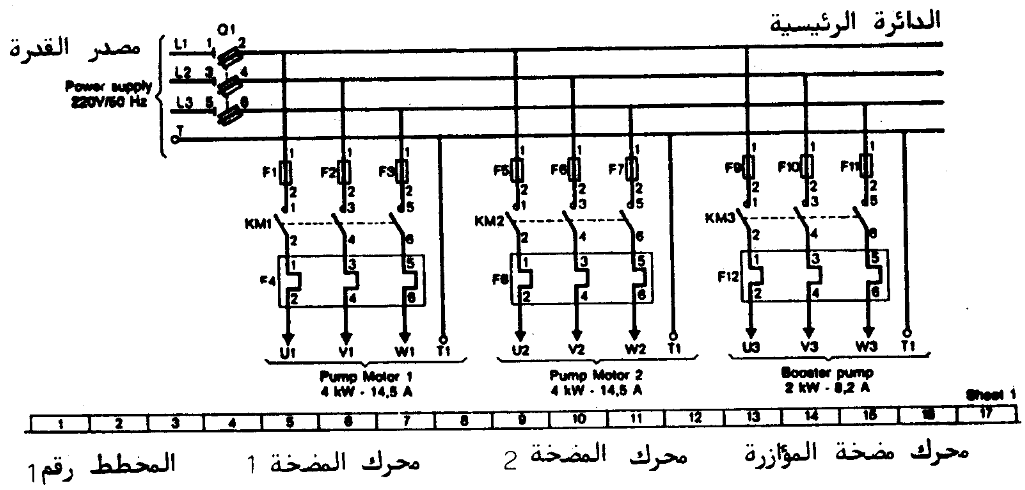
لتوضيح المراحل المختلفة لإنشاء واختبار نظام التحكم لأى عملية صناعية سنأخذ وحدة ضخ المولاس (العسل الأسود) لأحد مصانع أعلاف المواشى كمثال والشكل (٨ - ١) يوضح المخطط التكنلوجى لهذه الوحدة حيث تحتوى على خزان رئيسى للمولاس يوضح بالدور السفلى للمصنع ويستخدم مضختين P1, P2 لضخ المولاس من الخزان الرئيسى إلى الخزان العلوى لتغذية وحدة تصنيع العلف بالمولاس وذلك فى الدور الخامس بالمصنع. وتستخدم مضخة تفريغ C لخفض الضغط فى خزان فرعى لخمد الدوامات التى تحدث أثناء عمل المضختين وأيضًا لتحضير خط السحب للمخضات للتأكد من خلو خط السحب من الهواء. وفى الفقرات التالية سنستعرض المراحل المختلفة لإنشاء نظام التحكم لهذه الوحدة.

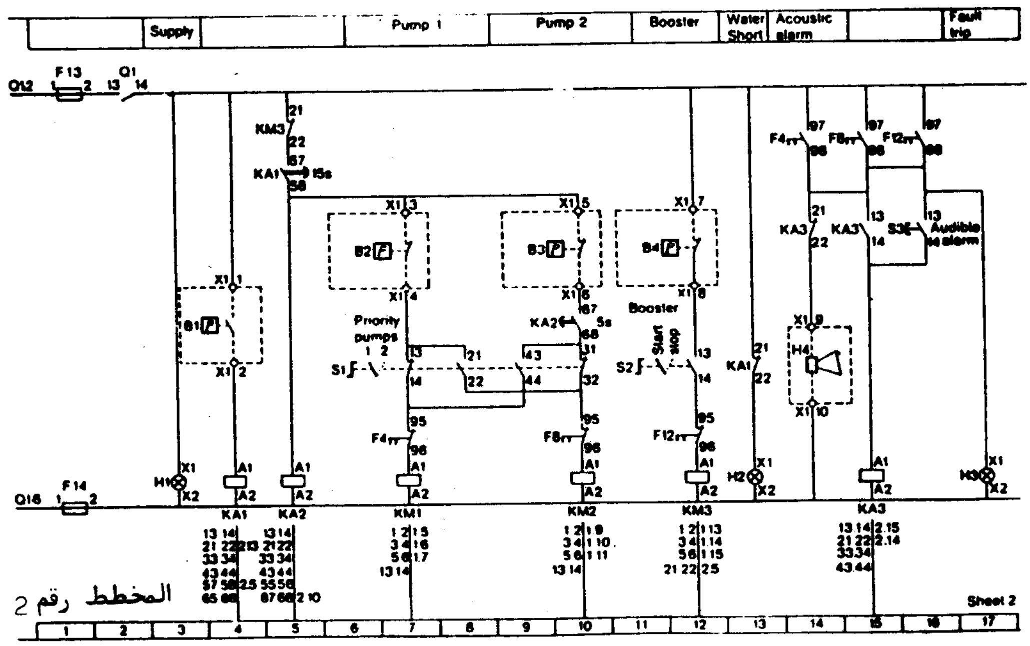


الشكل (٨ - ١)

٨ / ٣ / ١ - المخططات الكهربية لوحدة ضخ المولاس:

الشكل (٨ – ٢) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لهذه الوحدة.





الشكل (٨ – ٢)

نظرية عمل الوحدة:

عندما يكون الخزان الرئيسى مملوءاً بالمولاس فإن مفتاح الضغط B1 سوف يغلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار التيار لملف KA1 وفى نفس اللحظة يعمل المؤقت الهوائى الذى يؤخر عند الفصل والمثبت على الريلاى KA1 ريشته KA1/57-58 فيكتمل مسار التيار لملف KA2 وبعد تأخير زمنى مقداره 5S يعمل المؤقت الهوائى الذى يؤخر عند التوصيل والمثبت على الريلاى KA2 على غلق ريشته المفتوحة KA2/ 67-68 .

وعند وضع المفتاح S1 على وضع 1 فإن مستوى المولاس فى خزان الأحمال منخفض عن مستوى مفاتيح الضغط B2, B3 فإن مسار التيار سيكتمل لكلاً من KM1, KM2 وتدور المضخة 1 ,2 وبمجرد وصول مستوى المولاس إلى مستوى مفتاح الضغط B3 تتوقف المضخة 2 نتيجة لانقطاع مسار التيار للكونتاكتور KM2 والناشىء عن فتح الريشة المغلقة لمفتاح الضغط B3 وتستمر المضخة 1 فى العمل، إلى أن يصل مستوى المولاس فى خزان الأحمال إلى مستوى المفتاح B2 ، عند ذلك تتوقف نتيجة لانقطاع مسار التيار عن ملف KM1 ، والناشىء عن فتح الريشة المغلقة لمفتاح الضغط B2 . وبمجرد انخفاض مستوى المولاس عن مستوى المفتاح B3. يكتمل مسار التيار لملف KM1 فتدور المضخة 1 علماً بأن المضخة 2 لا تعمل فى هذه الحالة إلا وقت الذروة عند وصول مستوى المولاس فى خزان الأحمال أسفل مستوى المفتاح B3. وعند وضع المفتاح S1 على وضع 2 ينعكس أسلوب التشغيل بمعنى أن المضخة 2 سوف تعمل إذا انخفض مستوى المولاس عن مستوى المفتاح B2 أما المضخة 1 سوف تعمل وقت الذرورة فقط عندما ينخفض مستوى المولاس عن المفتاح B3. أما إذا انخفض مستوى المولاس فى الخزان الرئيسى عن المفتاح B1 ينقطع مسار التيار عن KA1 وإذا استمر هذا الانخفاض لمدة تزيد عن 15S فإن المؤقت الهوائى المثبت على KA1 سوف يفتح ريشته KA1/57-58 وتتوقف المضخات عن العمل أما إذا كان انخفاض المولاس فى الخزان الرئيسى مدة قصيرة نتيجة، للدوامات التي تحدث عند عمل المضخات فإن المضخات لن تتوقف. وعند وضع المفتاح S2 على وضع Start وكان مستوى المولاس فى الخزان الفرعى أقل من مستوى المفتاح B4 فإن مسار التيار

سيكتمل للكونتاكتور KM3 بينما ينقطع مسار التيار عن كل من KM1,KM2 وتتوقف المضختان 1,2 وتعمل المضخة C إلى أن يصل مستوى المولاس فى الخزان الفرعى إلى مستوى B4 حينئذ تتوقف وتستخدم المضخة C للتحضير للمضختين P2,P1 فى بداية التشغيل. علماً بأنه طوال فترة تشغيل الوحدة فإن اللمبةH1 تضئ وإذا حدث زيادة فى الحمل على أحد المحركات الثلاثة M1,M2,M3 تضئ اللمبة H3 ويعمل البوق H4 ويمكن إزالة الإنذار الصوتى بواسطة S3 حيث يكتمل مسار التيار لملف KA3 (ريلاى إزالة الإنذار اصوتى) فتفتح الريشة KA3/21-22 وينقطع التيار عن البوق H4 بينما تستمر اللمبة H3 مضيئة.

ملاحظات:

١- المؤقت الهوائى المثبت على KA1 يمنع دوران المضخة المساعدة فى بداية تشغيل الوحدة سواء كانت P1 أو P2 فى حالة تشغيل إلا بعد مرور 5 ثوانى من بداية تشغيل الوحدة.

٢- يرسم تحت كل ملف كونتاكتور أو ريلاى محور رأسى على يساره أرقام ريش الكونتاكتور أو الريلاى وعلى يمين المحور يوضع رقم المسار الذى توجد فيه الريشة المستخدمة فعلى سبيل المثال الريلاى KA1 يحتوى على 4 ريش تحكم ويحتوى المؤقت الهوائى المثبت عليه على 2 ريشة والريش المستخدمة هى 21.22 الموجودة فى المخطط 2 المسار 13 وكذلك الريشة 57.58، وهى توجد فى المخطط 2 المسار 5 أما الكونتاكتور KM1 فيحتوى على 4 ريشة ثلاث رئيسية وهم الريشة 2-1 وتوجد فى المخطط 1 المسار 5 والريشة 4-3 توجد فى المخطط 1 المسار 6 والريشة 6-5 توجد فى المخطط 1 المسار 7 أما الريشة المساعدة 14-13 فلم تستخدم وهكذا.

٨ / ٣ / ٢ - مرحلة إعداد قوائم الأجهزة والخامات:

يتم اختيار الكونتاكتور والمتمم الحرارى وسعة المصهر المناسب للمضخات 1,2 والمقابلة للقدرة 4KW وجهد التشغيل 380V من الجدول (٨-٣)

كما يلى: رمز الكونتاكتور LC1-D093,A65.

رمز المتمم الحرارى LR1 - D09314A65

سعة المصهر 20A نوع (G1) أو 12A نوع (AM).

ومن نفس الجدول يمكن اختيار الكونتاكتور والمتمم الحرارى وسعة المصهر المناسب

للمضخة C عند القدرة 2KW وجهد التشغيل 380V كما يلى:

رمز الكونتاكتور LC1 - D093.A65

رمز المتمم الحرارى LR1- D09310A65

سعة المصهر 16A نوع (G1) أو نوع AM.

علماً بأن جهد ملفات الكونتاكتورات يجب أن يساوى جهد دائرة التحكم وهو 220V أما سعة مصهرات حماية دائرة التحكم فعادة تختار 4A نوع (AM) للدوائر المتوسطة مثل التى نحن بصددها، أما فى الدوائر الكبيرة فقد يصل إلى 10A نوع (AM).

ولاختيار سعة مصهرات السكينة الرئيسية نعين أولا القدرة الكلية للوحدة من القانون الآتى:

$$Pt = 1.1\ (P1 + P2 + P3 + \dots\dots\dots\dots)\ (KW)$$

حيث إن: Pt هى القدرة الكلية، P1 قدرة لمحرك P2,M1 قدرة المحرك M2... وهكذا وبالتالى فإن القدرة الكلية تساوى:

$$pt = 1.1\ (2 + 4 + 4) = 11kw$$

ومن الجدول (٨-٣) يتم اختيار سعة المصهر المقابلة للقدرة 11kw وجهد 380V فيكون 25A نوع (AM) أو 50A نوع (G1) وبنفس الطريقة يمكن اختيار باقى أجهزة التحكم المستخدمة من الكتالوجات وفيما يلى قائمة بأجهزة التحكم المستخدمة ومواصفاتها الفنية وأرقام طلبها من كتالوجات شركة تليميكنيك:

اسم الصنف	الرمز بالمخطط	المواصفات الفنية	رقم الطلب من الكتالوج
سكينة رئيسية	Q1	3 أقطاب مزودة بريشة NO وبها مصهرات سعتها (AM) 25A أو (G1) 50A.	GK1 - EK
قواعد مصهرات	F1 ...F14	على شكل موديولات	DF6 - AB10
مصهرات	F1,F2 F3, F5 F6,F7	سعتها (G1) 20A أو (AM)12A	DF2- CA12
مصهرات	F13,F14	سعتها (AM) 4A	DF2 - CA08
مصهرات	F9,F10,F11	سعتها (G1)16A أو (AM)8A	DF2- CA08
كونتاكتور	KM1 KM2	3 أقطاب وقدرته 4KW عند جهد 380V وجهد ملف 220V ومزود بريشة إضافية NO	LC1 - D093.A65
كونتاكتور	KM3	3 أقطاب وقدرته 2KW عند جهد 380V وجهد ملف 220V ومزود بريشة إضافية NO	LC1 - D0 93.A65
متمم حرارى	F4,F8	يقوم بحماية محرك قدرته 4KW عند جهد 380V	LR-D09314A65
متمم حرارى	F12	يقوم بحماية محرك قدرته 2KW عند جهد 380V	LR1-D09314A65
ريلاى كهرومغناطيسى	KA1 KA2	مزود بريش مساعدة نظمها كالآتى 2NO+2NC وجهد ملفها 220	CA2-DN1319MA65
مؤقت هوائى	مثبت على KA1	يؤخر عند الفصل 15S	LA3 - D22 A65
مؤقت هوائى	مثبت على KA2	يؤخر عند الفصل 5S	LA2 - D22 A65
لمبة إشارة	H1	لونها أخضر وتثبت على الصاج وقطر قاعدتها 22mm وتعمل عند جهد 220V	XB2 - BV63

اسم الصنف	الرمز بالمخطط	المواصفات الفنية	رقم الطلب من الكتالوج
لمبة إشارة	H2, H3	لونها أحمر وتثبت على الصاج وقطر قاعدتها 22mm وتعمل عند جهد 220V	XB2 - BV64
بوق	H4	جهد تشغيل 220V وشدة صوته على مسافة 2m (96dB) وقدرته 11VA	يطلب من شركة Legrand برقم 41349A
مفاتيح ضغط	B1,B2,B3,B4	يتراوح ضغط التشغيل لها ما بين 2bar إلى 18bar ومزودة بريشة قلاب CO	XMJ- A0207
مفتاح اختيار	S1	له وضعا تشغيل 1,2 ومزودة باربع ريش 2NO+2NC	2B2 - BD25
مفتاح اختيار	S2	بوضعى تشغيل Stop - Start	XB2 - BD21
ضاغط	S3	مزود بريشتين NO + NC	XB2 - BA21

بعد ذلك يتم عمل حصر للخامات المطلوبة والتى يمكن تلخيصها فيما يلى :

١ - الموصلات والكابلات CONDUCTORS AND CABLES :

لتعيين مساحة مقطع الموصلات والكابلات نتبع الآتى :

- نعين شدة التيار المار فى الموصلات والكابلات من الجدول (٨-١) .
- نعين مساحة مقطع الموصلات من الجدول (٨-٢) (مجموعة 1) .
- نعين مساحة مقطع الكابلات من الجدول (٨-٢) (مجموعة 2) .

أ - تعيين مساحة مقطع موصلات وكابلات المحركين M1,M2

من الجدول (٨-١) نجد أن تيار التشغيل المقابل للقدرة 4KW والجهد 380V هو 8.5A . ومن الجدول (٨-٢) تحت المجموعة 1 فإن مساحة مقطع الموصلات المناسبة هى $1.5mm^2$ ومن الجدول (٨-٢) تحت المجموعة 2 فإن مساحة مقطع الكابلات المناسبة هى $1.5mm^2$.

ب- تعيين مساحة مقطع موصلات وكابلات المحرك M3:

من الجدول (٨-١) نجد أن تيار التشغيل المقابل للقدرة 2KW والجهد 380V هو 5A ومن الجدول (٨-٢) تحت المجموعة 1 فإن مساحة مقطع الموصلات المناسبة هى $1mm^2$ ومن نفس الجدول تحت المجموعة 2 فإن مساحة مقطع الكابلات المناسبة هى $1mm^2$ وعادة تختار مساحة المقطع بحيث لا تقل عن $1.5mm^2$ لاعتبارات ميكانيكية.

جـ- تعيين مساحة مقطع موصلات وكابلات المصدر الرئيسى:

من الجدول (٨-١) نجد أن تيار التشغيل المقابل للقدرة 11kw والجهد 380V هو 22A. ومن الجدول (٨-٢) تحت المجموعة 1 فإن مساحة مقطع الموصلات هى $6mm^2$. ومن الجدول (٨-٢) تحت المجموعة 2 فإن مساحة مقطع الكابلات هى $4mm^2$.

د- تعيين مساحة مقطع موصلات وكابلات دائرة التحكم:

عادة تؤخذ مساحة مقطع موصلات دائرة التحكم $1.5mm^2$أو $2.5mm^2$ وبالمثل بالنسبة لكابلات الأجهزة الخارجية مثل مفاتيح الضغط.

وعادة فإن لون موصلات الدائرة الرئيسية سوداء للخطوط الحية وزرقاء لخط التعادل وأصفر مختلط مع أخضر للخط الأرضى.

أما دائرة التحكم فيستخدم فيها عادة موصلات لونها أحمر للخط الحى وأزرق لخط التعادل.

٢- نهايات الشعب SCREW CLAMP TERMINALS:

يوجد ثلاثة أنواع من نهايات الشعب الأولى، تستخدم لتوصيل الخطوط الحية ولونها أصفر فاتح والثانية تستخدم لتوصيل خط التعادل ولونها أزرق والثالثة لتوصيل الخط الأرضى ولونها أصفر مختلط بأخضر أما المقاسات القياسية لنهايات الشعب الموجودة فى الأسواق والتى تثبت على قضبان (أوميجا) هى 2.5 , 4.6 , 10 , 16 , 35 , 70 , 85 , 95, 240 mm^2 وعادة تستخدم نهايات الشعب لتوصيل الأجهزة الكهربية الموجودة على باب لوحة التحكم مع الأجهزة الموجودة داخل اللوحة، وأيضا لتوصيل الأجهزة الكهربية الموجودة خارج لوحة التحكم مثل المحركات ومفاتيح

الضغط مع ما بداخل لوحة التحكم، وأخيرا لتوصيل مصدر القدرة مع المفتاح الرئيسى أو القاطع الرئيسى. ونهايات الشعب المستخدمة فى وحدة المولاس هم 10 ولونهم أصفر فاتح ومقاسها $2.5mm^2$.

٣ - قنوات تمديد الموصلات وقضبان أوميجا:

CABLE DUCTS AND OMEGA RAILS

وتستخدم القنوات لتمديد الموصلات الموجودة داخل لوحة التحكم، ويجب أن يتناسب حجم هذه القنوات مع عدد الموصلات الممدة داخل اللوحة، وفيما يلى الأبعاد القياسية لقنوات تمديد الموصلات بالملى ميتر:

25X25	37.5X25	37.5X87.5	62.5X87.5
25X37.5	37.5X37.5	62.5X37.7	75X62.5
25X62.5	37.5X62.5	62.5X62.5	125X87.5

والمقاس المتسخدم فى وحدة المولاس 37.5X25mm بطول 130mm ويمكن معرفة ذلك من الشكل ٨-٤ب. أما قضبان الأوميجا فتستخدم لتثبيت جميع أجهزة التحكم الموجودة داخل لوحة التحكم وعادة تستخدم قضبان الأوميجا المتماثلة ذات العمق 7mm أو 15mm والطول المستخدم فى وحدة المولاس 90cm ويمكن معرفة ذلك من الشكل ٨-٤ب.

٤ - جلب الكابلات CABLE GLANDS:

وتستخدم جلب الكابلات فى مداخل ومخارج الكابلات فى لوح التحكم وتعد جلب الكابلات بمثابة نقاط التثبيت للكابلات، وبالتالى تمنع انتقال الشد على الكابلات إلى نقاط تثبيتها مع نهايات الشعب داخل لوحة التحكم، وهناك نوعان من جلب الكابلات الأول مصنوع من الصلب وبداخلها جوان مطاطى والثانى مصنوع من البلاستيك وبداخلها جوان مطاطى.

وعند اختيار الجلب المناسبة تختار على حسب القطر الخارجى للكابلات، حتى يمكن إمرار الكابلات بداخلها علماً بأنه لكل جلبة قطر أصغر وآخر أكبر حتى يمكن

استخدامها مع عدة مقاسات مختلفة للكابلات، **وفيما يلى القطر الأصغر والأكبر لجلب الكابلات المتوفرة فى الأسواق بالمليميتر.**

6:14	21:27
8:16	31:37
13:21	32:43

والمستخدم فى وحدة المولاس 8 جلب كابلات مقاس 6:14mm.

٥ - لوحة التحكم PANEL :

طرق حساب الأبعاد المناسبة للوحة التحكم:

الطريقة الأولى:

(التركيب المباشر) وهذه الطريقة مناسبة للوح التحكم الصغيرة حيث توضع جميع أجهزة التحكم التى ستثبت داخل اللوحة على لوح ورق وهو يمثل لوح التثبيت داخل اللوحة وتنظم أجهزة التحكم بعدة طرق مختلفة وصولا لأفضل توزيع ومن ثم يمكن معرفة أبعاد لوح التثبيت المطلوب وتباعاً يمكن معرفة أبعاد لوحة التحكم.

الطريقة الثانية:

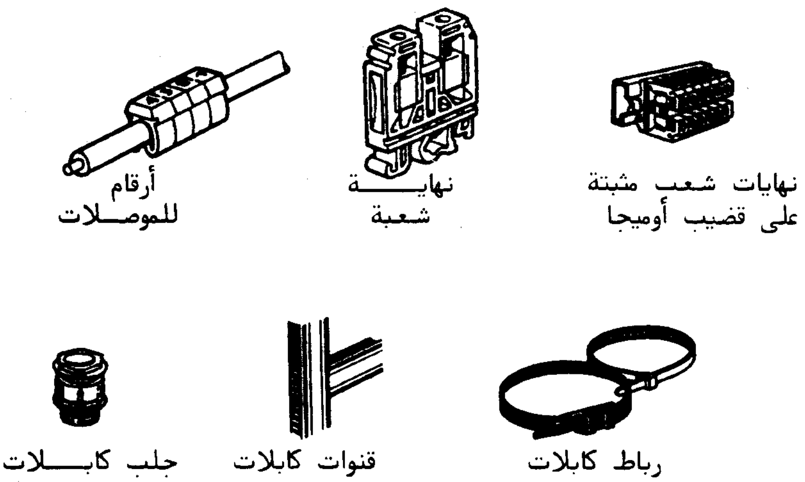
(الطريقة الحسابية) وهذه الطريقة دقيقة جداً وسريعة فى نفس الوقت وتتلخص فى جمع مساحات أجهزة التحكم المستخدمة والتى يتم الحصول عليها من كتالوجات الشركة المصنعة، أو بالقياس ثم ضرب المجموع الكلى للمساحات فى معامل حتى نعوض مساحة قنوات تمديد الكابلات والفراغات وأماكن تثبيت القضبان وعادة فإن هذا المعامل يتراوح ما بين (2.2:2.5) ويمكن تصنيع لوحات التحكم محلياً من الصاج المجلفن الذى سمكه $1.5mm^2$ وعادة فإن باب اللوحة يصنع من صاج مجلفن سمكه$1:1.5mm^2$ وتطلى اللوحات بدهانات تناسب الأجواء التى ستوضع فيها علماً بأنه يوجد لوحات جاهزة مختلفة المقاسات تباع فى الأسواق.
وبالنسبة للوحة وحدة المولاس فإن المساحة الكلية لأجهزة التحكم المستخدمة من واقع كتالوج تليميكنيك $0.0518m^2$ فإذا اخترنا المعامل 2.2 يكون مساحة لوح التثبيت مساوياً:

$$A = 2.2\,(A1 + A2 + \ldots.)\ m2$$

$$A = 2.2X0.0518 = 0.113\ M2$$

أى يمكن اختيار دولاب تحكم طوله 0.4m وعرضه 0.3 فتكون مساحته .0.12m.

والشكل (٨-٣) يبين صور أهم الخامات المستخدمة أثناء إنشاء لوحات التحكم.



الشكل (٨-٣)

٨ / ٣ / ٣- مرحلة رسم الكروكيات:

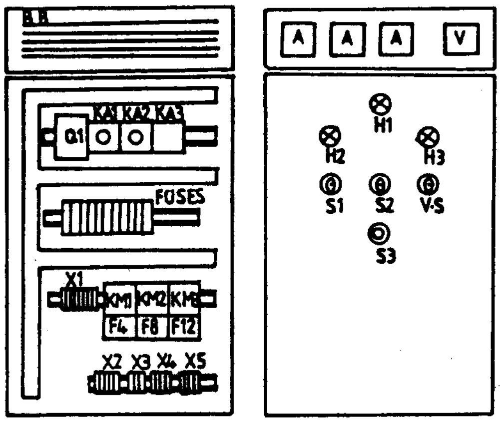
الشكل (٨-٤أ) يبين تصورا لتنظيم أجهزة التحكم على باب لوحة التحكم أما الشكل (٨-٤ب) يبين تصور لتنظيم أجهزة التحكم داخل لوحة التحكم.

وكما هو واضح من الشكل (٨-٤أ) أنه استخدم ثلاثة أجهزة أميتر لقياس التيار وجهاز فولتميتر مع مفتاح اختيار بأربعة مواضع لقياس الجهود الخطية الثلاثة L1L2-L3L2-L3L1 والجهد الوجهى L1N أما الشكل (٨-٤ب) فيلاحظ فيه خمسة مجاميع لنهايات الشعب: المجموعة X1 مكونة من 10 نهايات شعب لدائرة التحكم والمجموعة X2 مكونة من 5 نهايات شعب للمصدر والمجموعة X3

مكونة من 4 نهايات شعب للمحرك M1 والمجموعة X4 مكونة من 4 نهايات شعب للمحرك M2 والمجموعة X5 مكونة من 4 نهايات شعب للمحرك M3 .

ملاحظة :

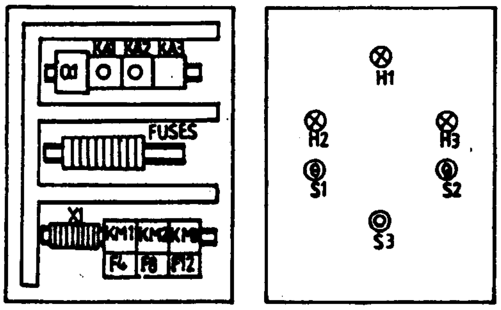
لو أستخدم التنظيم الموضح بالشكل (٨-٤) فإن أبعاد اللوحة سوف تزداد عن 30X40cm لإضافة مكان لأجهزة القياس وقضبان التوزيع ومجموعات نهايات الشعب X2,X3,X4,X5 .



(ب)　　(أ)

الشكل ٨-٤

أما الشكل (٨-٥أ) فيبين تصور آخر لتنظيم أجهزة التحكم على باب اللوحة والشكل (٨-٥ب) يبين تصور آخر لتنظيم أجهزة التحكم داخل اللوحة وكما هو واضح أنه لم يستخدم أجهزة قياس ولا قضبان توزيع ولا المجموعات X2,X3,X4,X5 وعلى كل حال يمكن اختيار النموذج الثانى الموضح بالشكل (٨-٤) فى التنفيذ لأنه أوفر من الناحية الاقتصادية .

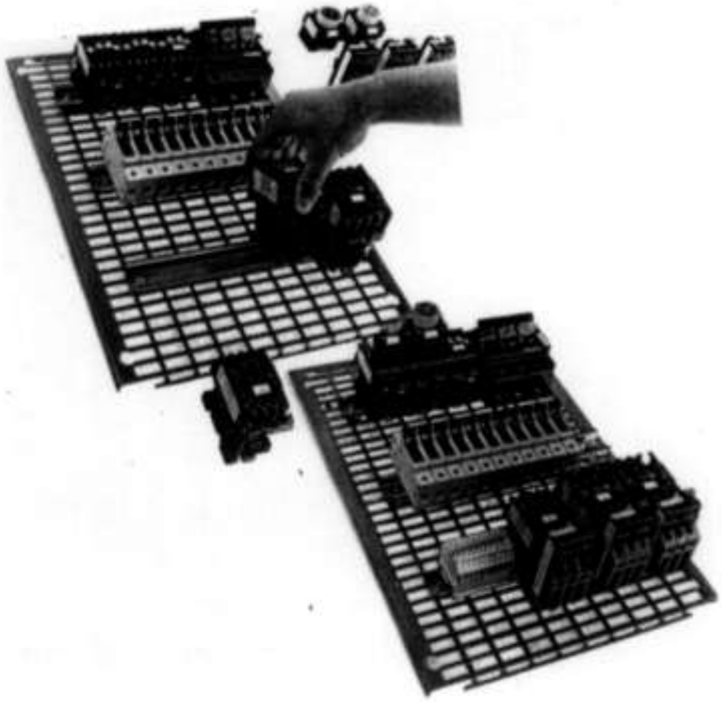


(ب)　　(أ)

الشكل ٨-٥

٨ / ٣ / ٤ - تثبيت وتوصيل أجهزة التحكم:

الشكل (٨-٦) يبين طريقة تثبيت الأجهزة على اللوح المثقب.



الشكل (٨-٦)

أمـــا الـشـكـل (٨-٧) يبين شكل لوح التثبيت بعد تثبيت كلبسات الكابلات وقنوات الكابلات وتوصيل الأسلاك.



الشكل (٨-٧)

والشكل (٨ – ٨) يبين طريقة تغطية قنوات الكابلات والكلبسات بأغطية قنوات.



الشكل (٨ – ٨)

أما الشكل (٨ – ٩) فيبين شكل لوح التثبيت بعد إتمام التثبيت والتوصيل.

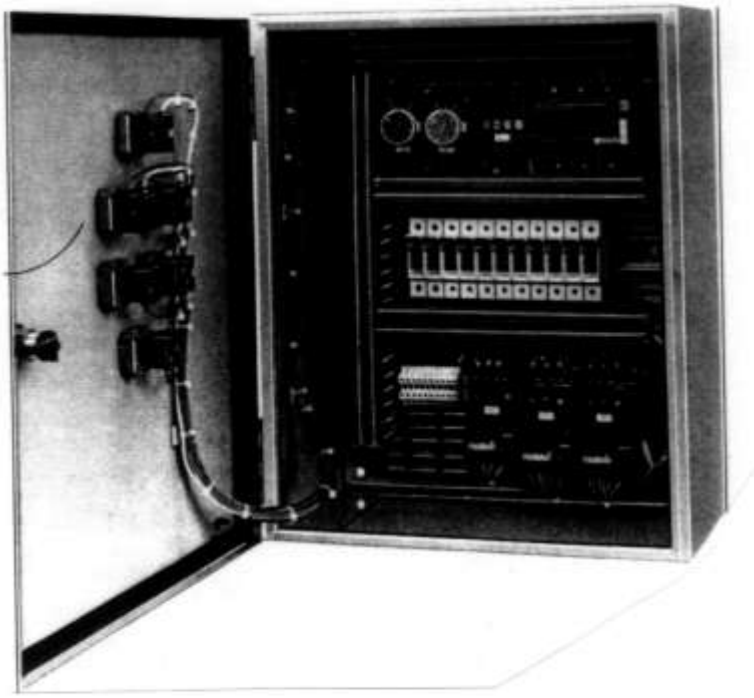


الشكل (٨ – ٩)

٨ / ٣ / ٥ – مرحلة استكمال لوحة التحكم لوحدة المولاس:

بعد الانتهاء من اختبار توصيل أجهزة التحكم المثبتة على لوح التثبيت، يتم تعليق لوح التثبيت داخل لوحة التحكم وتوصل الأجهزة المثبتة على لوح التثبيت مع الأجهزة المثبتة على باب لوحة التحكم من خلال نهايات شعب (أطراف توصيل) معدة لذلك، وكذلك توصيل مفاتيح الضغط مع لوحة التحكم من خلال نهايات الشعب الخاصة بها وأيضا يتم توصيل مصدر القدرة والمحركات بلوحة التحكم والشكل (٨–١٠) يبين شكل دولاب التحكم بعد استكماله وبعد ذلك يتم ضبط كل من المؤقتات الزمنية على الأزمنة المطلوبة، وكذلك تضبط المتممات الحرارية على تيار تشغيل المحركات، وبعد ذلك يتم اختبار الوحدة مباشرة، وذلك بتوصيل التيار

الكهربى ثم التشغيل، فإن كان التشغيل موافقا للأداء المطلوب دخلت الوحدة للخدمة، وإلا يتم عمل التعديل المناسب فى دائرة التحكم بواسطة المهندسين والفنيين المدربين.



الشكل (٨-١٠)

الباب التاسع

الصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال

الصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال

٩ / ١ - الصيانة الوقائية لأجهزة التحكم:

تعد الصيانة الوقائية من أهم الأعمال التى تجرى لضمان استمرارية عمل الأجهزة الكهربية بحالة جيدة وبأمان، وتمنع المشاكل الصغيرة من التفاقم حتى يحدث انهيار كامل يؤدى إلى توقف النظام بأكمله، وعادة تدون أعمال الصيانة الوقائية فى جداول زمنية، يذكر فيها بيانات عن الأجهزة المختلفة التى تجرى عليها أعمال الصيانة وزمن إجراء الصيانة عليها. ويمكن القول بأن أعمال الصيانة البسيطة التى تجرى عليها لمدة دقائق معدودة كل أسبوع تمنع حدوث انهيار يوقف النظام لساعات طويلة وفيما يلى النقاط الأساسية للصيانة الوقائية:

١- الفحص:

ويتلخص الفحص فى ملاحظة الأمور الغير طبيعية للأجهزة مثل ارتفاع درجة الحرارة - تراكم الأتربة على الأجهزة - فك مسامير الرباط - سماع صوت أزيز - شم رائحة غير طبيعية.. إلخ.

٢- التنظيف:

إن عملية تنظيف الأجهزة من الداخل والخارج من الأمور الهامة للتشغيل الجيد لمنع تسرب التيار وارتفاع درجة الحرارة وعادة يتم تنظيف الأجهزة الكهربية بواسطة نفخ الأتربة بهواء جاف بضغط منخفض، وكذلك تتم عملية التنظيف لأى جهاز تحكم أثناء عمل صيانة أو إصلاح له.

٣- التربيط:

عادة تؤدى الاهتزازات الناتجة عن فصل ووصل الكونتاكتورات، وكذلك عمل الماكينات، إلى فك مسامير الرباط للأجهزة الكهربية الأمر الذى يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارتها، لذلك يجب التأكد من إحكام رباط المسامير وذلك بالمعدات المناسبة.

٤- المحافظة على الأجهزة جافة:

عادة تسبب الرطوبة صدأ معادن أجهزة التحكم، **مما يؤدى إلى زيادة مقاومتها** الكهربية وارتفاع درجة حرارتها، وكذلك **تؤدى الرطوبة إلى تسرب التيارات من** الخطوط الحية إلى الأرضى أو حدوث قصر كامل **بين الأوجه والأرضى، لذلك من** المفروض على الفنيين التأكد من إحكام غلق أجهزة التحكم **التى تعمل فى العراء أو** فى الأماكن الرطبة.

٥- استخدام الأجهزة الالكترونية لمراقبة كل من:

أ - اتزان الأوجه: أ- وعادة **ينشأ عدم اتزان الأوجه فى الدوائر ثلاثية الوجه نتيجة** للأحمال أحادية الوجه، علماً **بأن عدم اتزان الأوجه يؤدى إلى ارتفاع درجة** حرارة المحركات ثلاثية الوجه التى **تعمل على نفس الشبكة الأمر الذى يؤدى إلى** احتراقها إذا عملت مدة طويلة بهذا الحال.

ب- فقدان أحد الأوجه: ينشأ فقدان أحد الأوجه نتيجة لاحتراق **أحد مصهرات** الأوجه الثلاثة للمحرك **أو تعرض الشبكة الكهربية لصاعقة أو عند حدوث** انهيار ميكانيكى للمفتاح أو القاطع الرئيسى، **وعادة لا يمكن ملاحظة هذه** الحالة بواسطة أجهزة الفولتميتر، **وذلك لأن المحركات تولد جهد على الوجه** المفقود أثناء دوارنها مساوى لجهد الوجهين الثانيين.

جـ- انعكاس الأوجه: **يحدث انعكاس الأوجه عند تعديل توزيع القدرة الكهربية فى** الشبكة، **وكذلك عند إجراء صيانة على الكابلات والقواطع الرئيسية، ويؤدى** انعكاس الأوجه فى الشبكة **إلى انهيار الآلات المدارة فى بعض الأحيان، وكذلك** إحداث بعض الإصابات للمشغلين. وتقوم معظم الشركات **الكبيرة والمصنعة** لأجهزة التحكم بتوفير عدد كبير من **المتممات الإلكترونية لحماية الدوائر** الكهربية من عدم اتزان الأوجه **وفقدان أحد الأوجه وانخفاض أو ارتفاع جهد** المصدر وانعكاس الأوجه، **فعلى سبيل المثال تقوم شركة تليميكنيك الفرنسية بتوفير المتممات الآتية فى الأسواق:**

١- متمم مراقبة الأوجه الثلاثة (RM2 - TU1)

THREE PHASE VALTAGE MONITORING RELAY

حيث يفصل الدائرة عند :

أ - انخفاض أو ارتفاع الجهد عن الحدود (0.85:1.1Vn) .

ب- اختلال توازن الأوجه عن 20% بالزيادة أو النقصان .

٢- متمم عدم اتزان الأوجه (RM2 - TA1)

PHASE SEQUENCE RELAY

حيث يفصل الدائرة عند :

أ- اختلال توازن الأوجه عن 15% (أى زيادة الجهد أو نقصانه لأحد الأوجه عن الوجهين الثانيين بنسبة 15%Vn) .

ب- انعكاس دوران الأوجه .

٣- متمم تتابع الأوجه (RM2-TR1) PHASE SEQUENCE RELAY

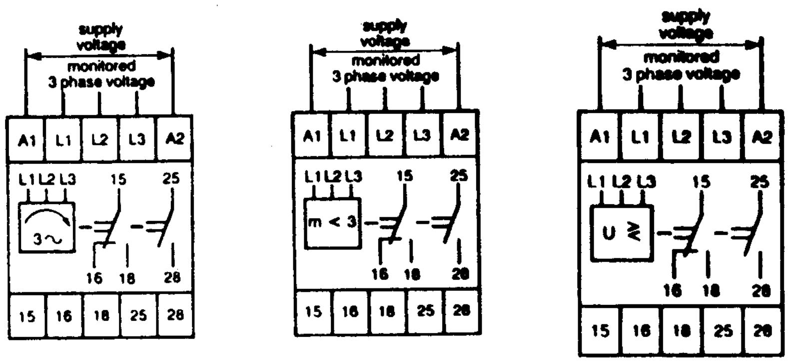
حيث يفصل الدائرةعند :

أ- انعكاس تتابع الأوجه :

ب- ارتفاع أو انخفاض الجهد عن الحدود (0.85:1.1Vn) .

جـ- عدم اتزان الأوجه عن 20% بالزيادة أو النقصان .

والشكل (٩-١) يبين مخطط توصيل المتممات الثلاثة السابقة، ويمكن الرجوع **للشكل** (٦-٥) للتعرف على كيفية حماية الأحمال من انعكاس الأوجه أو سقوط **أحد الأوجه** وكذلك يمكن الرجوع إلى الشكل (٣-١٣) للتعرف على كيفية حماية **المحركات** من عدم اتزان الأوجه وفقدان أحد الأوجه، وإنعكاس الأوجه باستخدام **متمم** حماية المحركات الإلكترونى .



متمم مراقبة الاوجه الثلاثـة

متمم عدم اتزان الاوجه

متمم تتابع الاوجه

الشكل (٩-١)

٩ / ٢ اكتشاف الأعطال وإصلاحها :

يعتمد اكتشاف الأعطال على الدراسة والخبرة، وأول مبادئ اكتشاف الأعطال هو المعرفة الجيدة لاستخدام أجهزة القياس والفحص مثل الآفوميتر والميجر وجهاز قياس التيار ذى الكماشة . . إلخ **وفيما يلى أهم تعليمات استخدام أجهزة الفحص :**

١- قراءة تعليمات المصنع لأجهزة القياس والفحص بعناية .

٢- عند استخدام جهاز فحص له عدة مستويات للقياس يجب وضعه على المستوى الأعلى عند قياس كمية غير معروف قيمتها .

٣- يجب فصل التيار الكهربى عن الجهاز المطلوب قياس مقاومته .

٤- يجب أن تكون أطراف أجهزة القياس والفحص معزولة جيدا .

٥- يجب التأكد من سلامة المصهرات والبطاريات الخاصة بأجهزة القياس فمثلا بالنسبة لجهاز الآفوميتر يتم وضع الجهاز على وضع قياس المقاومة ثم ملامسة أطراف الجهاز معاً فإذا كانت قراءة الجهاز (0) دل على أن البطارية سليمة والعكس بالعكس .

٦- عند استخدام أجهزة قياس التيار ذات الكماشة يجب قفل الكماشة جيداً حول

الخط المطلوب قياس التيار المار فيه علماً بأنه إذا وضع أكثر من خط داخل الكماشة نحصل على قراءة تساوى المجموع الاتجاهى للتيارات المارة، حيث إن المجموع الاتجاهى لتيارات الأوجه الثلاثة المتزنة يساوى صفر.

وحتى يمكن اكتشاف الأعطال يجب أولاً فهم الدائرة الكهربية جيدا وهذا يعنى أنه إذا لم يكن لديك معرفة كاملة بالدوائر الخاصة بالمصنع فى الأحوال المعتادة فإنه من الصعب عليك تحديد مكان العطل وإصلاحه عند حدوثه ثم بعد ذلك يجب تقليل خطوات البحث وذلك بعمل الاختبارات المبدئية التالية :

١- التأكد من وجود الجهد الكهربى عند مدخل الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم.

٢- التأكد من سلامة المصهرات والسكاكين إن وجدت.

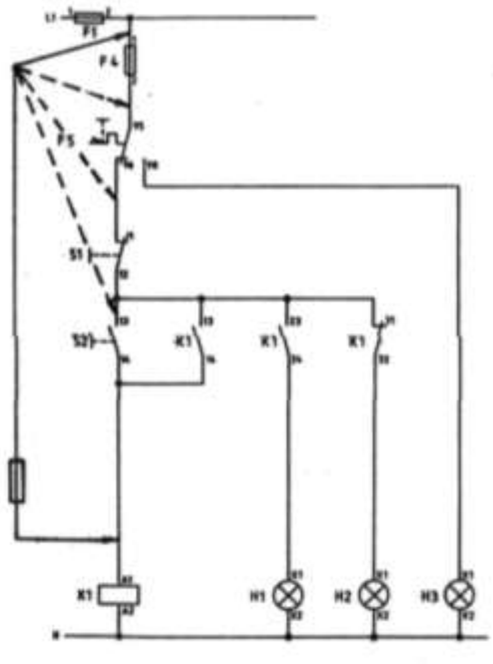
٣-التأكد من أن جميع المتممات الحرارية والقواطع على وضع التشغيل وليس هناك متمم حرارى فاصل وذلك بالضغط على ضواغط تحريرها.

٤- فحص سريع لجميع أجهزة التحكم من حيث درجة حرارتها ورائحتها وعلامات التسرب التى ظهرت حديثاً، وعادة يمكن الحصول على معلومات عن الماكينة من المشغل فإذا لم نحصل على نتائج من الاختبارات المبدئية يجب البحث عن الأعطال فى كل من:

١- دائرة التحكم. ٢- الدائرة الرئيسية. ٣- المحركات.

٩ / ٢ / ١- اكتشاف الأعطال فى دائرة التحكم

الشكل (٩-٢) يبين دائرة تحكم نجرى عليها اختبارات لاكتشاف



الشكل (٩-٢)

مكان العطل ويتم ذلك باستخدام الوصلة ذات الفيوز وهو سلك موصل به فيوز على التوالى، فعند البحث عن سبب عدم عمل أحد الكونتكتورات نقوم بوضع أحد أطراف الوصلة عند الطرف A1 للبوبينة ونحرك الطرف الثانى

بدءا من الطرف L ثم الانتقال من نقطة لأخرى فى مسار الملفات وحيث إن وظيفة أى ضاغط أو مفتاح نهاية مشوار أو مفتاح عوامة . . . إلخ هو إمرار التيار أو قطعة، لذا فإن الوصلة ذات الفيوز يمكن أن تختبر أى مفتاح فى الدائرة وبهذه الطريقة البسيطة يمكن معرفة سبب العطل لو وجد .

٩ / ٢ / ٢ - اكتشاف الأعطال فى الدائرة الرئيسية :

ويتم ذلك بتوصيل التيار الكهربى لملف أى كونتاكتور مباشرة بواسطة الوصلة ذات الفيوز ثم نختبر وصول الجهد الكهربى على أطراف المحرك، فإن لم يوجد يختبر وجود الجهد الكهربى على أطراف الكونتاكتور فإن وجد الجهد الكهربى حينئذ فإن المشكلة تنحصر فى المتمم الحرارى أو المحرك حينئذ نختبر الجهد الكهربى على أطراف المتمم الحرارى فإن وجد أصبحت المشكلة محصورة فى المحرك .

والشكل (٩-٣) يبين الدائرة الرئيسية التى تجرى عليها الاختبارات لاكتشاف الأعطال .

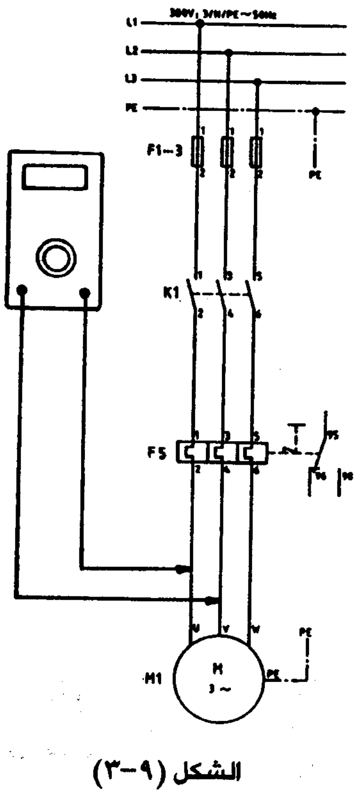
٩ / ٢ / ٣- الفحص الفنى للمحركات :

لفحص المحركات ثلاثية الوجه تتبع الخطوات التالية :

١- يفصل المحرك من المصدر الكهربى وكذلك من الحمل الميكانيكى .

٢- نحاول إدارة المحرك يدويا حتى نطمئن على كراسى المحور الخاص به .

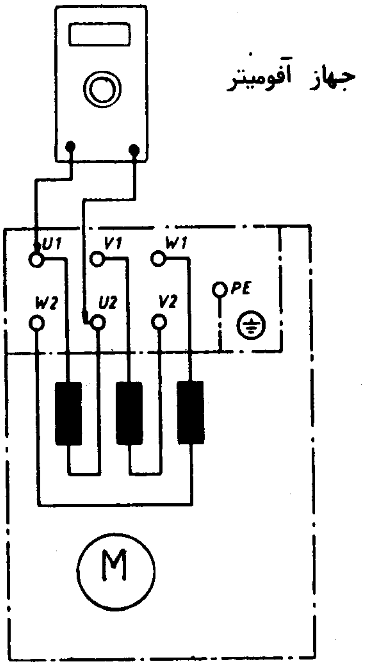
٣-نقيس مقاومة الملفات الثلاثة الخاصة بالمحرك بجهاز الآفوميتر وهو على وضع



الشكل (٩-٣)

المقاومة كما بالشكل (٩-٤) فإذا كانت مقاومات الملفات الثلاثة متساوية ولا تساوى صفرا دل على أن ملفات المحرك سليمة مبئياً.

٤- نقيس عزل الملفات عن جسم المحرك وذلك بجهاز الميجر حيث يوصل أحد طرفى الميجر بالملف والطرف الثانى بجسم المحرك وندير ذراع الميجر فإن تحرك المؤشر إلى الصفر دل على أن العزل منهار والعكس صحيح والشكل (٩-٥) يبين طريقة استخدام الميجر لقياس العزل.



الشكل (٩-٤)

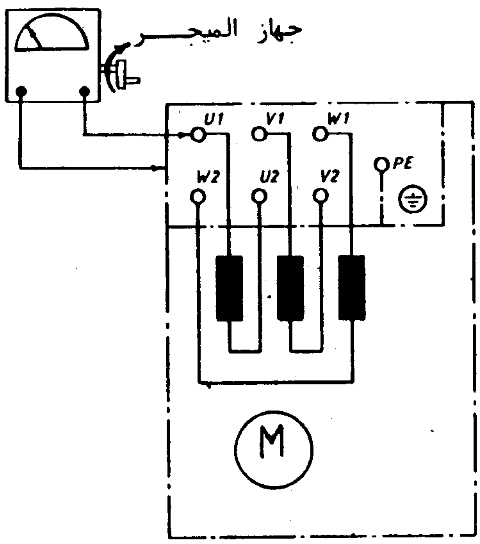
ولفحص المحركات أحادية الوجه نتبع الخطوات التالية:

١- يفصل المحرك عن المصدر الكهربى وكذلك عن الحمل الميكانيكى.

٢- نحاول إدارة المحرك باليد للاطمئنان على سلامة كراسى المحور.

٣- نقيس مقاومة ملفات المحرك بالآفوميتر فإذا كانت مقاومة المحرك لا تساوى الصفر دل على أن ملفات المحرك سليمة مبدئيا والعكس صحيح.

٤- نقيس عزل ملفات المحرك بالميجر فإذا كانت قراءة الميجر تساوى صفرا دل على أن العزل منهار وإذا كانت مقاومة العزل بالميجا أوم دل



الشكل (٩-٥)

على أن العزل سليم.

٥- إذا دلت نتائج الاختبارات السابقة على سلامة المحرك نفحص المكثف إن وجد بالنظر أولاً فإذا كان هناك أى دلائل عن شروخ أو تسرب للمحلول أو انتفاخ يبدل المكثف فى الحال أما إذا كان المكثف خاليا من هذه الملاحظات يتم اختبار المكثف باستخدام جهاز الآفوميتر، حيث يستخدم جهاز قياس مقاومات ويضبط على وضع RX10 ثم نوصل طرفى الجهاز بطرفى المكثف بعد فكه من المحرك وتفريغ شحنته، بواسطة مفك معزول وذلك بعمل قصر على طرفيه فتظهر شرارة كهربية وفى بداية القياس نجد أن القراءة صفر، ثم يتحرك المؤشر تدريجيا وصولا إلى منتصف التدريج ويثبت وحينئذ تفصل أحد طرفى الجهاز وننتظر 30 ثانية بعدها نعد التوصيل نجد أن المؤشر يصل إلى منتصف التدريج ثم يتحرك وصولا إلى ما لا نهاية، ويثبت على ذلك فإذا تحقق ذلك دل على أن المكثف سليم وإذا عاد المؤشر للصفر دل على أن المكثف تالف، **وهناك حالتان معروفتان للمكثفات التالفة يمكن معرفتها منذ بداية الاختبار وهما:**

الحالة الأولى (المكثف المقصور): حيث يلاحظ أن المؤشر يتذبذب عند الصفر ولا يتحرك.

الحالة الثانية (المكثف المفتوح): حيث يلاحظ أن المؤشر لا يتحرك من مالا نهاية منذ البداية.

وإذا دلت نتائج فحص المحرك عن انهياره يجب أن نبحث عن سبب إنهيار المحرك لإزالة هذا السبب حتى لا ينهار المحرك الجديد عند تركيبه. **وهناك عدة أسباب لانهيار المحركات كالآتى:**

١- ارتفاع درجة حرارة المحرك نتيجة لسوء التهوية.

٢- ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط.

٣- حمل زائد لفترات طويلة مع عدم فصل المتمم الحرارى.

٤- انخفاض جهد التشغيل مع عدم فصل أجهزة الحماية.

٥- عدم اتزان الأوجه المختلفة مع عدم فصل أجهزة الحماية.

٦- سقوط أحد الأوجه مع عدم فصل أجهزة الحماية.

٧- عمليات بدء متكررة.

٨- خطأ فى التوصيل فإذا كان المحرك موصل دلتا يجب التأكد من أن جهد التشغيل هو نفسه جهد توصيله الدلتا وليس النجما.

٩ / ٣- مشاكل أجهزة التحكم والمحركات (أسبابها - طرق إصلاحها):

٩ / ٣ / ١- الكونتاكتورات والريليهات الكهرومغناطيسية:

١- ريش التلامس:

المشكلة	السبب	الإصلاح
اهتزاز ريش التلامس	١- انكسار حلقة الإزاحة النحاسية. ٢- جهد تشغيل منخفض. ٣- ريش تلامس سيئة.	١- استبدال القلب المغناطيسى. ٢- تصحيح جهد التشغيل خصوصاً عند البدء. ٣- استبدل ريش التلامس ويايات الإرجاع.
التحام ريش التلامس	١- تيار كبير نتيجة لقصر أو زيادة حمل. ٢- تيار كبير عن القيمة المقننة للكونتاكتور	١- افحص سبب زيادة التيار ثم اعمل على إزالة السبب وإستبدل ريش التلامس. ٢- استخدم كونتاكتور له قدرة أكبر تناسب الحمل.
توصيل غير جيد لريش التلامس	١- قوة دفع صغيرة من اليايات. ٢- جهد منخفض يمنع القلب المغناطيسى من الإحكام. ٣- جسم غريب يمنع ريش التلامس من الغلق.	١- استبدال ريش التلامس ويايات الإرجاع وافحص حامل ريش التلامس للتأكد من سلامته من التشويه. ٢- صحح جهد التشغيل وخصوصاً عند البدء وذلك بزيادة مساحة مقطع الموصلات المستخدمة. ٣- نظف ريش التلامس بمادة الفرون freon.

المشكلة	السبب	الإصلاح
عمر قصير لنقاط الابلاتين أو ارتفاع درجة حرارتها	١- بردها بمبرد خشن لمساواتها. ٢- تيار تشغيل كبير عن القيمة المقننة للكونتاكتور. ٣- ضغط ياى إرجاع ضعيف. ٤- قاذورات أو جسم غريب على سطح ريش التلامس. ٥- قصر. ٦- وصلات غير محكمة الرباط.	١- استبدال ريش التلامس. ٢- استبدال الكونتاكتور بأكبر. ٣- استبدال الريش مع يايات الإرجاع والتأكد من أن حامل ريش التلامس لم يتشوه. ٤- نظف ريش التلامس بمادة الفرون (Freon). ٥- يجب إزالة سبب القصر والتأكد من حجم المصهرات والقواطع المستخدمة. ٦- التأكد من إحكام رباط أطراف ريش التلامس مع الموصلات باستخدام المعدات المناسبة.

٢- الملف

المشكلة	السبب	الإصلاح
ملف مفتوح	١- انهيار ميكانيكى	١- غير الملف بعناية وذلك بعد فك مسامير تجميع الكونتاكتور مع مراعاة عدم انطلاق ياى الإرجاع من مكانه ثم أعد تجميع الكونتاكتور بعكس خطوات الفك انظر الشكل (١-١١).
ملفات محمصة (محترقة)	١- جهد زائد. ٢- قصر حادث بين مجموعة لفات نتيجة لانهيار ميكانيكى	١- اختبر جهد التشغيل وصححه. ٢- غير الملف بعناية انظر الشكل (١-١١).

٣- القلب المغناطيسى والأجزاء الميكانيكية:

المشكلة	السبب	الإصلاح
صوت أزيز للقلب	١- انكسار الحلقة النحاسية. ٢- أوجه القلب المغناطيس لا تتعشق. ٣- قاذورات أو صدأ على أوجه القلب المغناطيسى. ٤- جهد منخفض.	١- استبدل القلب المغناطيسى. ٢- استبدل القلب المغناطيسى. ٣- نظف القلب المغناطيسى. ٤- اختبر جهد التشغيل وخصوصا عند البدء وصححه.
الفشل فى انجذاب القلب المغناطيسى وتعشيقه	١- جهد منخفض. ٢- ملف الملف غير سليم. ٣- وجود مشكلة ميكانيكية تمنع حركة القلب المتحرك.	١- اختبر جهد التشغيل وصححه. ٢- استبدل الملف. ٣- اختبر حركة الأجزاء الميكانيكية بدفع الأجزاء المتحركة ثم اعمل على إزالة المشكلة.
الفشل فى الفصل	١- يوجد مواد التصاق على سطح ريش التلامس. ٢- الجهد لم يرفع عن الدائرة ٣- مغناطيسية متبقية نتيجة لنقص الفجوة الهوائية فى مسار القلب المغناطيسى. ٤- التحام ريش التلامس نتيجة لتيار عالى.	١- نظف أوجه ريش التلامس بمادة الفرون. ٢- ابحث عن سبب عدم إنقطاع التيار الكهربى عن الملف عند الإيقاف. ٣- استبدل القلب المغناطيسى ٤- استبدل ريش التلامس بأخرى سليمة وإعمل إزالة سبب زيادة التيار.

٩ / ٣ / ٢- المتممات الحرارية والمؤقتات الزمنية ونهايات المشوار:

المشكلة	السبب	الإصلاح
المتمم الحرارى يفصل باستمرار	١- حمل زائد مستمر. ٢- وصلات غيرا مربوطة جيداً. ٣- انخفاض جهد المصدر عند البدء. ٤- تغيير القيمة المعاير عليها المتمم الحرارى نتيجة للإهتزاز. ٥- متمم حرارى غير مناسب.	١-تأكد من عدم وجود قصر أو تسرب أرضى أو حمل زائد على المحرك. ٢- تأكد من إحكام رباط الموصلات مع أطراف المتمم الحرارى وذلك باستخدام المعدات المناسبة. ٣- استبدل الموصلات باخرى لها مساحة مقطع أكبر. ٤- أعد عملية ضبط المتمم الحرارى. ٥- بدل المتمم الحرارى بآخر مناسب.
اختلال أزمنة المؤقتات الزمنية	١- تغير الأزمنة المعايرة عليها.	١- راجع القيم المعايرة عليها وصححها.
أجزاء مكسورة فى مفاتيح نهايات المشوار	١- حركة زائدة من الكامة أدت إلى كسر أجزاء مفتاح نهاية المشوار.	١- استخدام الكامة المناسبة وعنصر الفعل المناسب للمفتاح وشغل المفتاح فى الحدود المسموح بها.

٩ / ٣ / ٣- المفاتيح اليدوية والمحابس الكهربية:

المشكلة	السبب	الإصلاح
التحام ريش التلامس للمفتاح اليدوى جهة البدء.	١- تحريك يد التشغيل ببطء زائد جهة وضع البدء START.	١- حرك يد التشغيل بسرعة على وضع البدء مع استبدال الريش التالفة.
التحام ريش التلامس للمفتاح اليدوى جهة التشغيل.	١- تحريك يد التشغيل ببطئ زائد جهة وضع التشغيل RUN. ٢- ضعف قوة يايات التشغيل.	١- حرك يد التشغيل بسرعة على وضع التشغيل واستبدل ريش التلامس التالفة. ٢- استبدل ريش التلامس ويايات التشغيل.
ارتفاع درجة حرارة ملف المحبس الكهربى مما يؤدى إلى انهيار الملف. انهيار ميكانيكى للمحبس الكهربى.	١- جهد التشغيل منخفض. ٢- درجة الحرارة المحيطة مرتفعة. ٣- القلب المغناطيسى غير قادر على الحركة لمشكلة ميكانيكية. ٤- تشغيل متكرر.	معرفة السبب واستبدال الملف.
	١- جهد زائد يؤدى إلى تعرض القلب المغناطيسى لقوة زائدة.	استبدال المحبس الكهربى.

٩ / ٣ / ٤ - المحركات الكهربية :

المشكلة	السبب	الإصلاح
المحرك يفشل عند البدء	١- جهد المصدر منخفض. ٢- توصيل غير صحيح. ٣- المتمم الحرارى مفصول. ٤- حمل زائد على المحرك. ٥- سقوط أحد الأوجه وهذا يحدث طنينا عند البدء. ٦- خلل فى دائرة التحكم أو الدائرة الرئيسية للمحرك.	١-عدل توصيلة المحرك حتى تناسب جهد المصدر. ٢- وصل المحرك تبعا لمخطط الدائرة الرئيسية. ٣- حرر المتمم الحرارى بعد إزالة سبب زيادة الحمل. ٤- قلل حمل البدء أو بدل المحرك بآخر يناسب الحمل. ٥- استبدل المصهرات المحترقة بأخرى سليمة. ٦- حاول أن تكشف مكان الخطأ كما هو موضح بالفقرة ٩-٢.
المحرك توقف أثناء الدوران	١- حمل زائد على المحرك. ٢- جهد المصدر منخفض.	١- قلل الحمل أو بدل المحرك بآخر يناسب الحمل أو أعد ضبط شد السيورا إن وجدت. ٢- تأكد أن جهد المصدر يساوى جهد التشغيل للمحرك.
المحرك لا يصل للسرعة المقننة له.	١- جهد المصدر منخفض نتيجة لارتفاع تيار البدء. ٢- حمل البدء عال.	١- استخدم أحد طرق بدء المحركات المعروفة لتقليل تيار البدء. ٢- اختبر حمل البدء وحاول أن تقلله أو استبدل المحرك بأخر يناسب الحمل.

المشكلة	السبب	الإصلاح
المحرك يحتاج وقتاً كبيراً للوصول للسرعة المقننة	١–حمل بدء عالٍ ٢– مساحة مقطع الموصلات صغيرة . ٣– محرك منهار .	١– قلل حمل البدء أو بدل المحرك بآخر يناسب الحمل . ٢– استبدال الموصلات بأخرى لها مساحة مقطع أكبر . ٣– أعد لف المحرك أو بدله .
المحرك يهتز ويحدث طنينا عاليا	١– يوجد خلل فى التثبيت ٢– جهد بدء عال . ٣– سقوط أحد الأوجه . ٤– كراسى المحور بها خلل . ٥– الوصلة الميكانيكية مفكوكة	١– أعد ضبط تثبيت المحرك مع الحمل . ٢– اختبر محول البدء . ٣– بدل المصهر التالف بآخر سليم . ٤– بدل كراسى المحور . ٥– إعادة تثبيت الوصلة الميكانيكية .
المحرك ترتفع درجة حرارته عند التشغيل	١– زيادة الحمل على المحرك . ٢– قاذورات تمنع التبريد . ٣– سقوط أحد الأوجه . ٤– جهد المصدر أكبر أو أقل من جهد التشغيل . ٥– ضعف عزل المحرك . ٦– جهود المصدر غير متزنة .	١– قلل الحمل أو استبدل المحرك بآخر يناسب الحمل وربما أن تكون السيور مشدودة أكثر من اللازم . ٢– نظف المحرك من القاذورات . ٣– تأكد من سلامة توصيل أطراف المحرك وتأكد من سلامة المصهرات . ٤– افحص جهد المصدر بحيث يجب ألا يقل أو يزيد عن 10% من جهد التشغيل . ٥– أعد لف المحرك أو بدله . ٦– أعد توزيع الأحمال الأحادية الوجه على الشبكة حتى يتزن جهود الأوجه الثلاثة أى تتساوى

المراجـــع

REFRENCES

1- KLOCKNER - MOLLER wiring manual.

2- TELEMECANIQUE Technical Manual.

3- TELEMECANIQUE Wiring Diagrams For D range Starters.

4- SPRECHER + SCHUH Technical Hand book.

5- Electrical Motor Control Automated Industrial Systems. Gray Rockis. Glen Mazur

6- Electrical wiring Industrial Robert L . Smith, Stephen L. Herman

7- AC Motor Controller Hampden

8- DC Motor Controller Hampden

9- Furnas Industrial control Catalogue.

10- Klockner Moller Main Catalogue 90/91

11- TELEMECANIQUE International Catalogue 90/91.

12- Legrand Catalogue 93/94.

13- Siemens Protection & Isolation Catalogue Section 2-1 1992.

14- Siemens switching & Monitoring Catalogue Section 2-2 1992.

15 - Electrical Installation Handbook Gunter G.Seip, Werner Shurm.

16- Technisches Zeichnen Elektro Technik. Peter Penz . Horst Dieter Tolle, Erhard Vob

17- Fach-Zeichnen 1, 2 F. Adolph . H. Haase , H. Nagel, K. Wiosna.

محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة

الباب الثانى

الرموز الكهربية لأجهزة التحكم والمحركات

الباب الثالث

التحكم فى المحركات الاستنتاجية

الباب السابع

تطبيقات على التحكم فى الآلات الكهربية

الباب الثامن

إنشاء لوحات التحكم

الباب التاسع

الصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال

OOO